

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут телекомунікаційних систем

Кафедра Інформаційно-телекомунікаційних мереж

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Лариса ГЛОБА

«___» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-професійною програмою «Інформаційно-комунікаційні
технології»**

зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

**на тему: «Модифікована система управління мережею MicroGrid на основі
Інтернету Речей»**

Виконав:

студент VI курсу, групи ТІ-91мп

Гузов Анатолій Геннадійович

Керівник:

Професор кафедри ІТМ ІТС, д.т.н.

Скулиш Марія Анатоліївна

Консультант:

Асистент кафедри ІТМ ІТС

Курдеча Василь Висильович

Рецензент:

Зав. кафедри промислової електроніки

КПІ ім. Ігоря Сікорського, проф., д.т.н.

Ямненко Юлія Сергіївна

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Інформаційно-телекомунікаційних мереж

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Інформаційно-комунікаційні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Лариса ГЛОБА

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Гузову Анатолію Геннадійовичу

1. Тема роботи «Модифікована система управління мережею MicroGrid на основі Інтернету Речей», науковий керівник дисертації професор кафедри інформаційно-телекомунікаційних мереж ІТС Скулиш Марія Анатоліївна, д.т.н., затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. № 3208-с.
2. Термін подання студентом роботи 10.12.2020 р.
3. Об'єкт дослідження: процес управління MicroGrid.
4. Предмет дослідження: система Інтернету речей для управління MicroGrid.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
 1. Провести аналіз переваг та недоліків MicroGrid під керуванням Інтернетом речей.
 2. Модифікувати систему управління MicroGrid за допомогою IoT
 3. Створити імітаційну модель запропонованого рішення.
 4. Розробити стартап проект.
6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:
 1. Тема, актуальність, мета, задачі.

2. Аналіз літературних даних про існуючі інтелектуальні мережі.
3. Аналіз сучасних існуючих аналогів і стартапів анонсованих на основі інтелектуальних мереж.
4. Аналіз переваг та недоліків концепції Micro Grid керованої IoT.
5. Метод модифікації MicroGrid Інтернетом речей.
6. Розробка аналітичної і імітаційної моделей запропонованого методу.
7. Аналіз енергоефективності і стабільності запропонованої системи.
8. Модифікація системи управління для запропонованої моделі.
9. Аналіз покращення системи.
10. Стартап проект системи
11. Загальні висновки

7. Орієнтовний перелік публікацій:

1. «Перспективи телекомунікацій ПТ-2019».
2. Робота виконується в рамках д/б НДР № №2218п "Гетерогенна мережа збору, передачі та обробки інформації для системи розподіленої генерації MicroGrid".

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
2,3	Курдеча В. В.		

9. Дата видачі завдання 11.09.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних даних.	11.09.2020-02.10.2020	виконано
2	Аналіз переваг та недоліків існуючих аналогів інтелектуальних мереж.	03.10.2020-21.10.2020	виконано
3	Аналіз переваг та недоліків системи	22.10.2020-02.11.2020	виконано
4	Модифікація MicroGrid Інтернетом речей	04.11.2020-10.11.2020	виконано
5	Розробка аналітичної і імітаційної моделей запропонованої модифікації	12.11.2020-22.11.2020	виконано
6	Розрахунок енергоефективності і стабільності на основі розробленої моделі	23.11.2020-30.11.2020	виконано

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

7	Модифікація системи управління MicroGrid	01.12.2020-05.12.2020	виконано
8	Розрахунок коефіцієнту покращення продуктивності модифікованої системи	06.12.2020-12.12.2020	виконано
9	Стартап проект системи	13.12.2020-18.12.2020	виконано

Студент

Анатолій ГУЗОВ

Науковий керівник дисертації

Марія СКУЛИШ

РЕФЕРАТ

Робота містить 69 сторінки, 20 рисунків та 25 таблиць. Було використано 32 джерела.

Мета роботи: Покращити ефективність системи управління мережею MicroGrid за рахунок її модифікації при застосуванні Інтернету речей.

Проаналізовано різні існуючі типи структур інтелектуальних мереж. Зокрема Smart Grid, Smart Power Grid, SCADA системи та MicroGrid.

Підсумовано і підтверджено актуальність розробки концепції контролю Інтернету речей над MicroGrid. Розглянуті проблематики, які виникають при впровадженні і експлуатації даної концепції системи.

Поставлено за завдання модифікувати створену імітаційну модель управління IoT над MicroGrid. Для вирішення поставленого завдання запропонована аналітична модель, заснована на принципах існуючих концепцій інтелектуальних мереж Smart Grid та Microgrid з урахуванням Інтернету речей з використанням хмарних технологій. У рамках даної імітаційної моделі визначено правила взаємодій елементів системи. Застосування запропонованого рішення дозволяє мати певне представлення системи при її проектуванні, яке відповідає заданій предметній області. Метод мусить передбачати відсутність участі людини, але при формуванні на стільки великої системи не дозволяє ліквідувати її контроль над не контрольованими елементами мережі. Отримані результати доводять на основі імітаційної моделі, що запропонована модифікація є енергоефективною та відмовостійкою.

Ключові слова: MicroGrid, Smart Grid, Інтернет речей(IoT), інтелектуальні мережі, мікромережі, смарт технології, імітаційна модель.

ABSTRACT

The work contains 69 pages, 20 figures and 25 tables. 32 sources were used.

Purpose: To improve the efficiency of the MicroGrid network management system by modifying it when using the Internet of Things.

Various existing types of intelligent network structures are analyzed. In particular Smart Grid, Smart Power Grid, SCADA systems and MicroGrid.

The relevance of developing the concept of Internet of Things control over MicroGrid is summarized and confirmed. The problems that arise during the implementation and operation of this system concept are considered.

The task is to modify the created simulation model of IoT control over MicroGrid.

To solve this problem, an analytical model based on the principles of existing concepts of intelligent networks Smart Grid and Micro Grid, taking into account the Internet of Things using useless technologies. Within the framework of this simulation model the rules of interactions of system elements are defined. The application of the proposed solution allows you to have a certain representation of the system in its design, which corresponds to a given subject area. The method must provide for the absence of human participation, but when forming such a large system does not allow to eliminate its control over uncontrolled elements of the network. The obtained results prove on the basis of the simulation model that the proposed modification is energy efficient and fault tolerant.

Keywords: MicroGrid, Smart Grid, Internet of Things, Intelligent Networks, Micro Networks, Smart Technology, Simulation Model.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1	11
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ MICROGRID	11
1.1 Концепція контролера MicroGrid	11
1.2 Інтелектуальні мережі, як поєднання IoT і MicroGrid.....	12
1.3 Аналіз існуючих інтелектуальних мереж подібних до MicroGrid	13
1.4 Технологія Інтернету речей.....	16
1.5 Приклад сумісного використання IoT та MicroGrid	18
1.6 Процеси в інтегрованій системі інтелектуальної мережі.....	20
1.7 Переваги та недоліки MicroGrid	24
1.8 Основні недоліки MicroGrid систем	27
РОЗДІЛ 2	29
МОДИФІКАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ MICROGRID ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	29
2.1 Система контролю IoT над MicroGrid.....	29
2.2 Методи модифікації системи MicroGrid за допомогою IoT керування.....	31
РОЗДІЛ 3	44
АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДИФІКАЦІЇ	44
3.1 Тестування на імітаційній моделі.	44
РОЗДІЛ 4	58
РОЗРОБКА СТАРТАП – ПРОЕКТУ	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

IoT	Інтернет речей
MG	Micro Grid
ГАЕС	Гідроакумулявальна електростанція
АЕС	Атомна електростанція
ТЕЦ	Теплоелектроцентрально
ГЕС	Гідроелектростанція
ПД	Передача даних
ВДЕ	Відновлювальні джерела енергії
ПЗ	Програмне забезпечення

ВСТУП

Актуальність. Інтелектуальна мережа являє собою повний набір поточних та запропонованих відповідей на виклики постачання електроенергії. Через різноманітність факторів існує чимало конкуруючих таксономій і немає згоди щодо універсального визначення. Стрімке зростання населення і розвиток промисловості, підвищення споживання електроенергії і при цьому обмежені джерела енергії - це одна з ключових проблем, яка стоїть перед сучасною енергетикою. Основним фактором для виникнення і популяризації технології MicroGrid стала задача забезпечення енергоефективності. Рішення MicroGrid є цілеспрямований пошук потенційних джерел енергозбереження, як підхід до поновлюваних джерел так доповнення до існуючого традиційного пального. Вбудовані MicroGrid з підключенням до Інтернету та іншим формам апаратних засобів дають змогу обмінюватися інформацією, контролювати об'єм необхідної для використання енергії та взаємодіяти з іншими через Інтернет, і їх можна дистанційно контролювати та задіяти в одній мережі. Задача розробки сучасних автоматизованих систем керування та прийняття рішень для систем розподіленої генерації MicroGrid у наш час є досить актуальною.

Предмет дослідження – модифікована система Інтернету речей для управління MicroGrid.

Об'єкт дослідження – процес управління MicroGrid.

Мета роботи: Підвищити ефективність управління мережею MicroGrid за рахунок модифікації системи управління зі застосуванням технологій Інтернету речей.

Для досягнення мети дослідження було поставлено та вирішено такі **основні задачі:**

1. Провести аналіз можливостей системи управління MicroGrid.
2. Модифікувати систему управління MicroGrid за допомогою Інтернету речей.
3. Створити імітаційну модель запропонованого рішення.

Теоретичний результат дослідження:

Запропоновано модифікацію системи управління MicroGrid за рахунок застосування Інтернету речей.

Практичний результат роботи:

Показати, що застосування Інтернету речей для управління системою MicroGrid підвищує ефективність роботи системи та знижує.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ MICROGRID

1.1 Концепція контролера MicroGrid

MicroGrid система - це інноваційна концепція малої розподіленої енергетики, що передбачає створення локальних мережових енергетичних структур. Структурна система MicroGrid контролера взаємодіє з акумуляторними батареями, перетворювальними пристроями напруги, контролерами заряду/розряду, різномісними генераторами (альтернативні та відновлювальні джерела енергії).

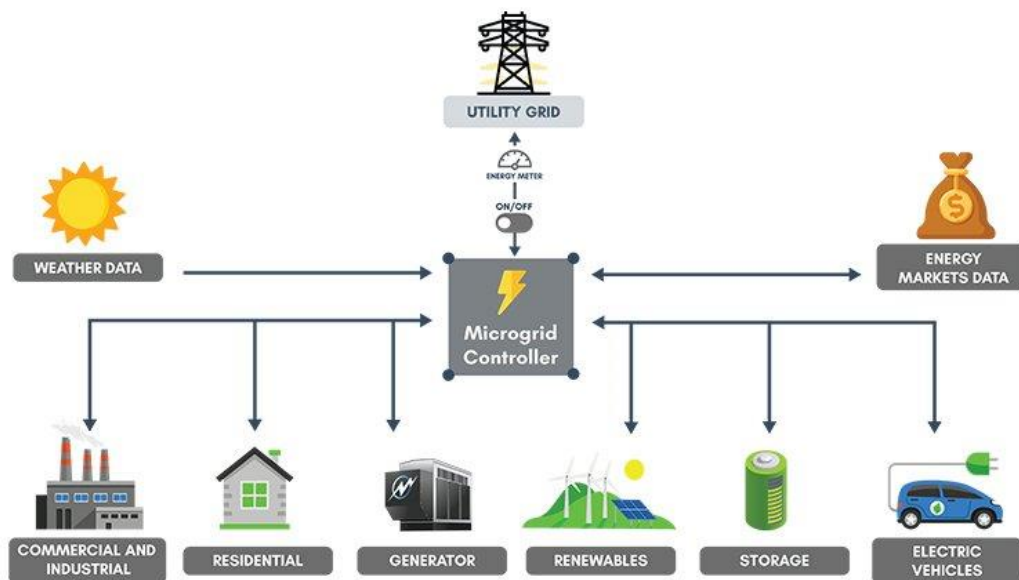


Рис. 1.1 Система контролю MicroGrid

Існуючі альтернативні джерела енергії дозволяють забезпечити паралельність роботи під час відключення централізованої мережі живлення або безперебійність в ній. У разі тривалої відсутності напруг у мережах та недостатності енергії від альтернативних джерел відбувається відключення електротехнічних приладів з урахуванням їх пріоритетів.

Результатом впровадження концепції IoT є мережи, що складаються з пов'язаних фіз. об'єктів (речей) та приладів з вбудованими датчиками та керовані пристрої, а також ПЗ, що надає змогу реалізовувати обробку і міграцію даних між фіз. системами і комп'ютерними мережами за допомогою застосування

стандартних протоколів зв'язку в дротових або бездротових мережах. Ці взаємопов'язані об'єкти можуть бути запрограмовані на зчитування інформації та приведення в дію пристроїв, що приєднані до них, ідентифікацію користувача, а також дозволяють при потребі виключити участь людини у функціонуванні цих пристроїв використовуючи інтелектуальні інтерфейси [2].

Традиційні енергосистеми передають електроенергію з централізованих генераторів (наприклад, вугільних заводів або гідроелектростанцій) до домашніх, ділових і промислових споживачів. Ця система базується на ієрархічній платформі, яка включає генератори енергії, мережі передачі, розподільні мережі, та споживачі. Ідея розміщення генерації електроенергії (особливо відновлюваних джерел енергії) ближче до місця використання з'явилася в кінці 20 століття [3].

MicroGrid це дрібномасштабні версії традиційної централізованої електричної мережі, що складаються з розподілених генераторів, накопичувачів енергії та навантажень (Рис. 1.1). Тим не менш, microgrids відрізняються від традиційної сітки за їх ближчу близькість до попиту, в результаті чого підвищується ефективність і скорочення передачі.

1.2 Інтелектуальні мережі, як поєднання IoT і MicroGrid

Інтелектуальна мережа - це застосування Інтернету речей (IoT) на базі комунальних послуг. Прилади Інтернету речей можуть використовуватися для моніторингу та управління механічними, електричними та електронними системами, що використовуються в різних типах будинків, в системах автоматизації будинків і автоматизації будівель.

Інтелектуальне управління енергоспоживанням IoT покликане максимально підвищити енергоефективність за рахунок збору інформації про енергію, управління аварійним відновленням енергії і спільного використання / торгівлі енергією шляхом розробки технології інтелектуальної енергетичної платформи на основі Інтернету речей.

Послуги інтелектуального управління енергоспоживанням IoT забезпечують підвищення енергоефективності, спільне використання енергії та послуги торгівлі за допомогою підключення та інтеграції енергосистем, що забезпечують передачу-

використання енергії з використанням Інтернету речей. Для цього в цьому документі показана платформа управління енергоспоживанням IoT з системою великих даних про енергію.

Концепція Інтернету речей дуже масштабна. Не має чіткого набору приладів, для яких можна використовувати цей підхід. Розвиток Інтернету речей залежить від усіх технологій бездротових мереж із низьким енергоспоживанням, темпів впровадження стільникових мереж для IoT, переходу мережі Інтернет на версію протоколу IPv6. Найрозповсюднішим засобом зв'язку в IoT є бездротові мережі, які використовують відповідні технології передавання даних. До цих технологій цілком неможна віднести MicroGrid, але поєднавши ці поняття можна вирішити низку спільних проблем Інтернету речей і MicroGrid.

Відновлювальні джерела енергії, зокрема сонячні батареї стають суттєвими в житлових будинках і будівлях, для забезпечення суттєвих переваг нашого клімату, здоров'я та економіки вони разом з іншими джерелами незабаром затьмарять традиційну енергетику, яка є джерелом сталого розвитку. Однак потужність сонячних батарей, залежить від різних факторів, таких як погодні умови, фотоелектричні панелі та перетворення енергії, які потребують великих та постійних досліджень, щоб максимізувати свій потенціал. З цією метою було проведено ряд досліджень з використанням електромеханічних приладів або спеціальних електронних схем [1].

Відновлювальні джерела енергії є лише окремою частиною інтелектуальних мереж MicroGrid.

1.3 Аналіз існуючих інтелектуальних мереж подібних до MicroGrid

MicroGrid - це система, яка включає власні джерела генерації енергії і в кризові ситуації здатна взяти на себе завдання тимчасового енергопостачальника. Це свого роду зменшена версія централізованої системи електропостачання.

Концепція Micro Grid останнім часом отримала широке розповсюдження за кордоном. При цьому ще більшої актуальності вона набула через зміни які відбуваються в енергетиці, особливо через збільшення частки вироблення електричної енергії на основі відновлюваних джерел енергії в певних регіонах [4].

Micro Grid відноситься до застосування Smart Grid, інтелектуальної енергосистеми наступного покоління, оптимізованої для підвищення енергоефективності, шляхом застосування інформаційних технологій (ІТ) до існуючої мережі відповідно до характеристиками невеликих регіонів [4].

На відміну від існуючої енергосистеми односпрямованої системи, яка розподіляє електроенергію, вироблену електростанцією, споживачеві, мікросетей обладнана локальною системою енергопостачання та зберігання, зосередженої на незалежних розподілених джерелах енергії. Це енергетична мережа, яка може підключатися до існуючої енергосистеми в міру необхідності, а також забезпечувати самозабезпечення енергією, такої як електрику і тепло, за рахунок незалежного використання декількох розподілених джерел енергії. Виконуючи роль виробників і постачальників електроенергії, таких як незалежні генеруючі компанії, він максимізує ефективність використання надлишкової електроенергії, виробленої шляхом формування електричної мережі в певній галузі масштабу.

Існують відповідні технічні рішення відносно застосування локальних мереж, які використовуються у різних країнах світу, наприклад США.

Але специфіка енергосистем кожної країни має свої особливості і не завжди вдається повністю запозичити використаний досвід, хоча і існують базисні спільні елементи для всіх мереж, але на сьогоднішній день не сформульовані особливості побудови та функціонування вимог відносно використання на території України такого виду мереж.

Оскільки виробництво електроенергії розосереджено, можливо стабільне енергопостачання, а ефективність може бути додатково підвищена за рахунок поєднання з поновлюваними джерелами енергії. Його можна розділити на житлову, невелику комерційну, комерційну, військову, кампусну і суспільну, в Залежно від розміру оброблюваної потужності.

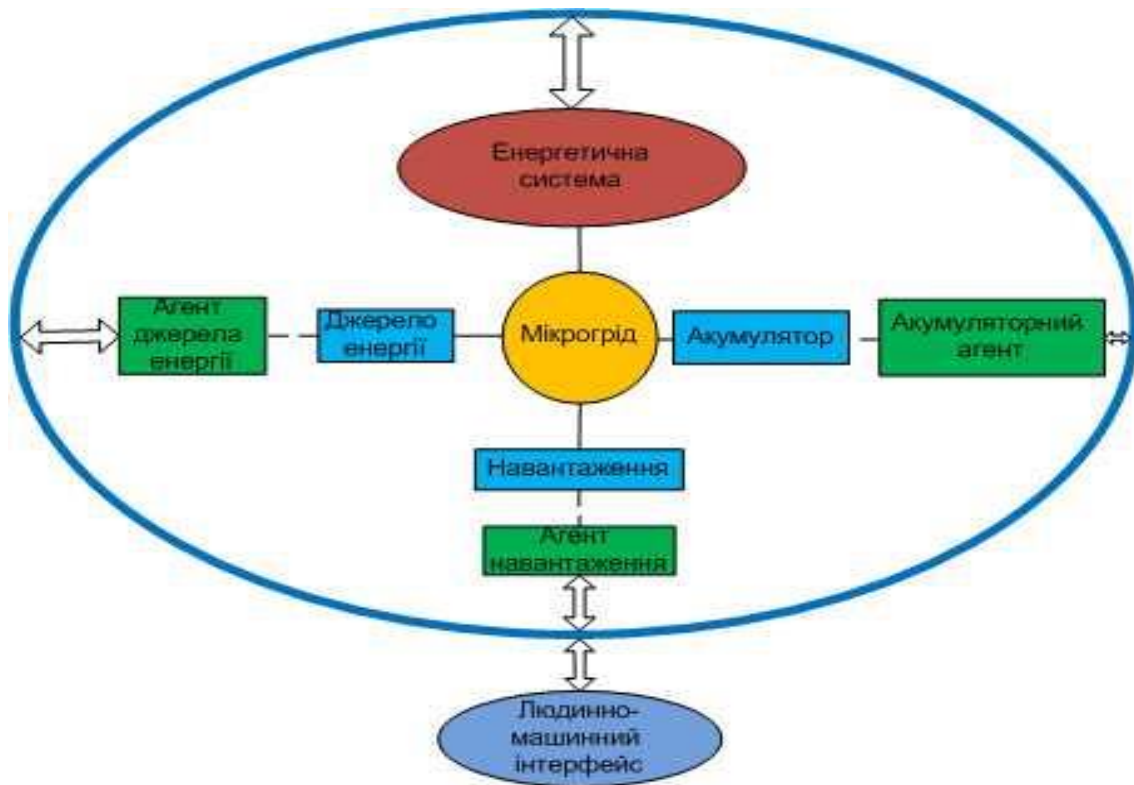


Рис 1.2 Спільні елементи для всіх MicroGrid

Мікрогрід зазвичай працює при підключенні до загальної центральної мережі, але в будь-який момент він може відключитися і працювати за рахунок своєї власної генерації енергії.

І найважливіше - ці «розумні» електромережі здатні використовувати поновлювані джерела енергії.

П'ять найбільших проектів, де задіяні найбільш просунуті системи MicroGrid указані в Таблиці 1.1

П'ять найбільших проектів, де задіяні найбільш просунуті системи MicroGrid

Об'єкт проекту	Технологія	Переваги
1. Горона дель Вьенто, Канарські острови	Інтеграція вітрових установок $5 \times 2,3$ МВт з ГАЕС потужністю 11,32 МВт і дизель-генераторами на 11 МВт	Перша в світі інтеграція гідроакumuлюючої станції з поновлюваними джерелами, ефективне управління системою.
2. Ross Island, Антарктика	Інтеграція вітрових установок 3×330 кВт з дизель-генераторами 9×125 кВт, установка стабілізатора на 500 кВт	Мінімізація експлуатації дизель-генераторів, економія в паливі 463 000 літрів / рік, зниження викидів CO ₂ на 2800 тонн / рік
3. Marble-Bar, Австралія	Інтеграція фотоелектричної установки 1×300 кВт з дизель-генераторами 4×320 кВт, установка стабілізатора на 500 кВт	Мінімізація експлуатації дизель-генераторів, економія в паливі 405000 літрів / рік, зниження викидів CO ₂ на 1100 тонн / рік
4. Мідний рудник ДеГросса, Австралія	Інтегроване рішення із застосуванням фотовольтаїчної установки 10,6 МВт з системою накопичення з дизель-генераторної установкою, установка стабілізатора	Мінімізація експлуатації дизель-генераторів, економія в паливі 5 млн літрів / рік
5. Острів Кадьяк, Аляска	Стабілізація острівної мережі	Стабілізація мережі з коливаннями 9 МВт, продовження терміну життя акумуляторних батарей

1.4 Технологія Інтернету речей

Інтернет речей - це мережева технологія майбутнього, в якій вся інформація, така як люди, речі, процеси і т. д., підключаються до Інтернету для генерації, збору, обміну і використання інформації [2]. Інтернет речей останнім часом не виник раптово, а існує вже давно. Він був описаний безліччю імен, і в міру розвитку технологій його технології та концепції розвиваються.

IoT в основному означає підключення до Інтернету всього. Але що дійсно важливо, так це «навіщо підключати речі до Інтернету», а не «як підключатися до Інтернету».

Мережа фізичних об'єктів, які містять вбудовану технологію для спілкування, відчуття або взаємодії їх внутрішні стани або зовнішнє середовище.

З технічного погляду IoT можна розділити на три основні системи: інтелектуальна інфраструктура, інтелектуальне управління та інтелектуальний захист системи.

Розумна інфраструктурна система - це енергія, інформація та інфраструктура зв'язку, що лежить в основі IoT. Він підтримує двосторонній потік електроенергії та інформації. Розумна архітектура сітки збільшує пропускну здатність та гнучкість мережі та забезпечує як вдосконалене зондування, так і контроль за допомогою сучасних комунікаційних технологій.

Кінцева мета Інтернету речей – отримувати інформацію про характеристики речей через підключення до Інтернету всіх речей навколо нас, автоматизувати їх з мінімальним втручанням людини, а також надавати знання і більш якісні послуги людям за рахунок злиття інформації через різні зв'язку. Для цього важливо не з'єднувати комп'ютери, які шукали в існуючому Інтернеті, а з'єднувати людські, об'єктні, космічні та нематеріальні дані, аналізувати різну інформацію, отриману від них, і ділитися ними. Інтернет речей визначається як «слово, яке поєднується з роботою і речами». Іншими словами, всі види речей, які ми зазвичай бачимо і використовуємо навколо нас, такі як люди, автомобілі, мости, електронні пристрою, велосипеди, окуляри, годинник, одяг, культурні цінності, тварини і рослини.

Результатом впровадження концепції IoT є мережа, що складається з взаємопов'язаних фіз. речей або приладів з вбудованими датчиками, виконавчими пристроями, а також має ПЗ, що дає змогу втілювати передавання і обмінювання даними між фізіологічним світом і комп'ютерними системними мережами за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку в дротових або бездротових мережах. Ці пов'язані об'єкти можуть бути запрограмовані на

зчитування інформації та приведення в дію пристроїв, що приєднані до них, ідентифікацію користувача, а також дозволяють при потребі виключити участь людини у функціонуванні цих пристроїв тому що можна використовувати інтелектуальні інтерфейси.

За допомогою єдиного інтегрованого інтерфейсу інноваційної платформи компанії зможуть оцінювати витрати енергії на освітлення, опалення і вентиляцію в приміщенні або комплексі будівель. Вона значно спрощує виявлення випадків нераціонального витрачання енергії, дозволяє оперативно реагувати і економити гроші власників будівель. Завдяки миттєвому доступу і можливості проаналізувати весь обсяг даних, підприємства отримують небувало високий рівень контролю над використанням комунальних ресурсів.

На сьогодні Інтернет речей знаходиться на початковій стадії розвитку. Для його повної реалізації необхідний подальший розвиток існуючих бездротових технологій передачі даних та мережевої інфраструктури, а також покращення існуючої елементної бази пристроїв зчитування інформації та виконання дій (датчиків, вимикачів, тощо).

Розвиток Інтернету речей залежить від:

1. технологій бездротових мереж із низьким енергоспоживанням;
2. темпів впровадження стільникових мереж для IoT: EC-GSM, LTE-M, NB - IoT, а також універсальних мереж 5G;
3. переходу мережі Інтернет на версію протоколу IPv6 [6].

1.5 Приклад сумісного використання IoT та MicroGrid

Основоположний принцип IoT полягає в тому, щоб запропонувати користувачам цілісність сумісність, вдосконалений зв'язок між машинами, людьми, послуг, розрізнених мереж, зокрема систем управління для забезпечення можливості передачі знань у реальному часі між організаціями та всередині організацій. Таким чином, використання IoT в MG дозволяє робити інтелектуальні системи, системи підтримки прийняття управлінських рішень, та системи прогностичної діагностики з метою збільшення виробництва електроенергії потенціал і, отже, призводить до значних фінансових вигод. У SG, численні

компоненти архітектури IoT включають радіочастоту ідентифікація, датчики, виконавчі механізми, контекстні обчислення, хмара технологій та різноманітного дротового та бездротового зв'язку технології інтенсивної взаємозв'язку. Ці об'єкти через однозначно призначена схема адрес може взаємодіяти та співпрацювати автономно з іншими традиційними пристроями, такими як планшети, смартфони, персональні комп'ютери тощо, що використовують веб-сервіси через Інтернет для мета збору та обміну даними у цифровому світі.

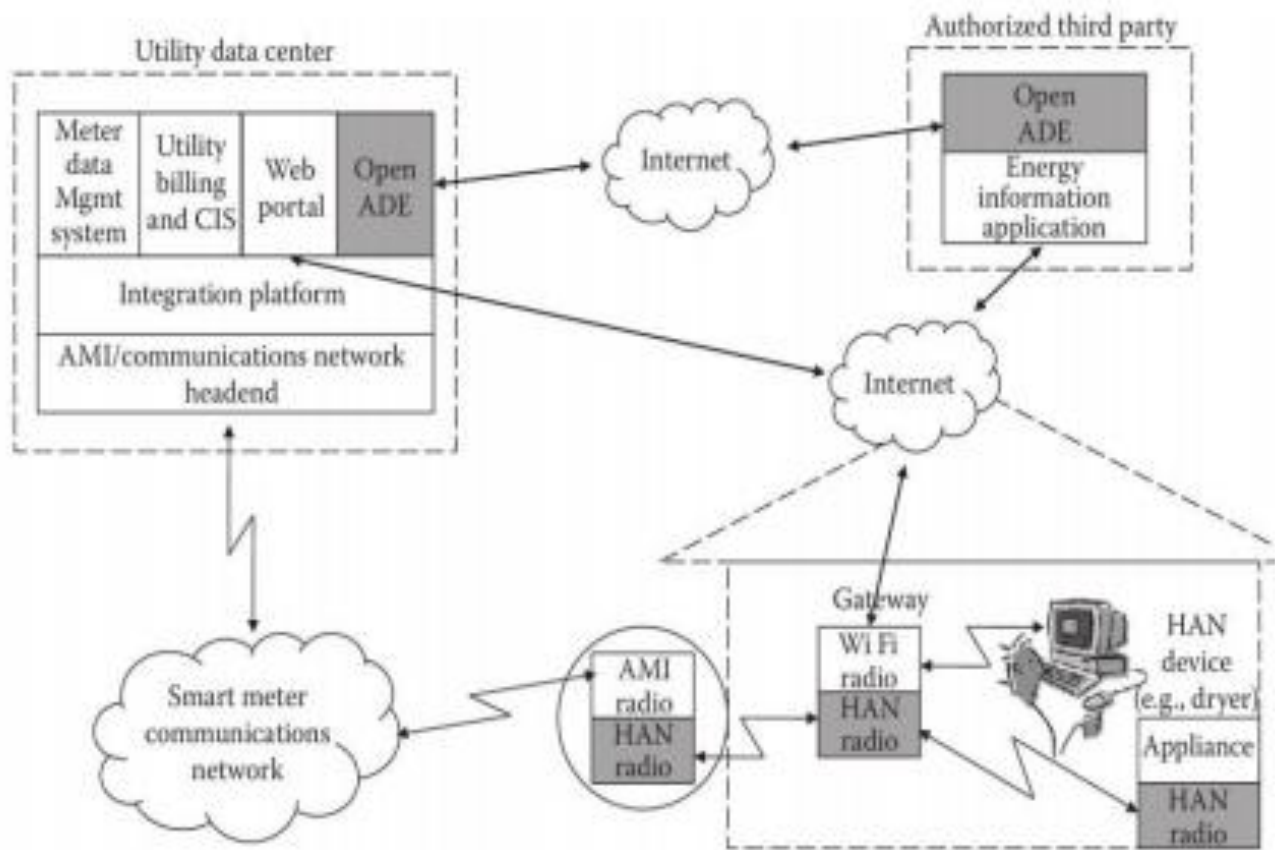


Рис. 1.3 Інтернет речей в MicroGrid

Першим кроком інтеграції в цьому напрямку є застосування Інтелектуально-вимірювального обладнання (Smart Meters), яке зростає надзвичайно.

Відповідно до норм ЄС 2020, інтелектуальні лічильники повинні обслуговувати 80% енергоспоживання в Європі.

Розумні лічильники. Розумні лічильники та мікромережа - це найбільше важливі компоненти, які були включені в розумну мережну архітектуру. Розумне вимірювання є однією з найбільш нових технологій що використовується в

інтелектуальній мережі для отримання інформації про реальний час клієнтів споживання енергії.

Він також здатний контролювати передові системи вимірювальної інфраструктури (AMI). AMI підтримує двонаправлений механізм зв'язку для отримання енергії в режимі реального часу споживання на кінці споживачів віддалено.

Розумний лічильник - це пристрій що здатні реєструвати енергію споживання споживачами. Клієнти та комунальні послуги вигідні інтелектуальна інфраструктура обліку. Наприклад, клієнт може оцінити його споживання енергії протягом цілого дня для оптимізації витрат, та утиліта може підтримувати моніторинг у реальному часі попиту крива.

Розумна система вимірювання зв'язку складається з наступних компонентів:

- **розумний лічильник**, який є двостороннім комунікаційним пристроєм, який вимірює споживання енергії приладами (електроенергія, газ, вода або тепло);
- **Домашня мережа (HAN)**, яка є інформаційною-мережевою зв'язку, утворена приладами та пристроями в межах додому для підтримки різних розподілених додатків (наприклад, інтелектуального вимірювання та енергоменеджмент у споживчих приміщеннях);
- **Мікрорайонна мережа (NAN)**, який збирає дані з кількох HAN і доставляє дані до концентратора даних;
- **Широкообласна мережа (WAN)**, яка є мережею передачі даних що передає дані вимірювань до центральних центрів управління;
- **шлюз**, який є пристроєм, який збирає або вимірює енергійну інформацію про використання від членів HAN (і від будинку в цілому) і передає ці дані зацікавленим сторонам.

1.6 Процеси в інтегрованій системі інтелектуальної мережі

Неоднорідна архітектура розумних мереж, відповідь на попит та мікромережі є основними будівельними елементами інтелектуально мережевої архітектури. Топологія сітки повинна адаптуватися і перейти від централізованого джерела до

розподіленої топології, яка може поглинати різні джерела енергії динамічним способом.

Мета цієї частини - встановити вимоги до будівництва інтелектуальні (розумні) процеси інтегрованої системи інтелектуальної мережі та до розробити концептуальну модель перспективного бачення розумних енергетичних систем, заснованих на хмарних обчисленнях та великих даних. Комплекс системних ресурсів та послуг, що забезпечують підтримку організацій системи управління і реалізується як платформа.

Налаштування Стандартної архітектури забезпечує реалізацію найбільш прогресивної методики IoT та хмарні обчислення. Інфраструктуру інтелектуальної мережі потрібно розгортати у всьому світі. Масштабована платформа потрібна для швидкої інтеграції та аналізу потокова інформація з декількох розумних лічильників одночасно, в для того, щоб збалансувати криві попиту та пропозиції в реальному часі. Висловлюючи думку, що хмарні платформи добре підходять для підтримки таких величезні дані та обчислювальні програми, постійні програми.

В таких додатків, хмара пропонує переваги масштабованих та еластичних ресурсів для створити програмну інфраструктуру для підтримки такої динамічної та постійної роботи додатків. У цих середовищах хмарна платформа працює як властиві компоненти завдяки наступним різноманітним перевагам:

1) Хмара діє пружно, щоб уникнути дорогих капітально вкладних утиліт в години пік.

2) Справжні інформація про споживання енергії в даний час та ціни спільно, щоб клієнти могли отримати вигоду від реального часу інформація.

3) Деякі дані можуть бути передані третій стороні за допомогою хмари послуги після дотримання політики конфіденційності даних для розробки інтелектуальні програми для налаштування потреб споживачів. Хмара- заснована програмна платформа для інтелектуальних мереж Хмара «обіцяє високу надійність, масштабованість та автономність» для наступного фреймворку можна розглядати як “хмарний”.

Хмарна платформа використовується в багаторівневій інтелектуальній мережі (рис. 1.4).

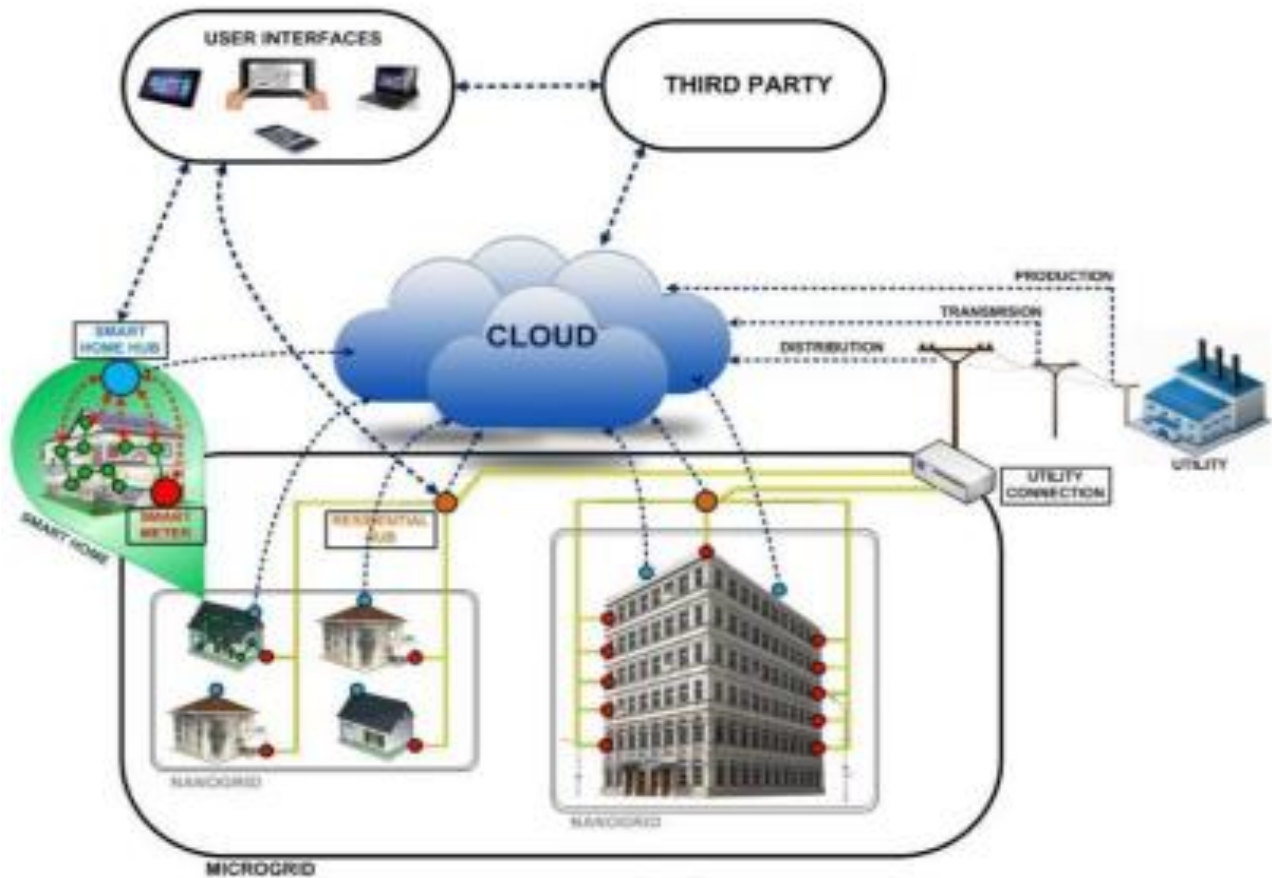


Рис. 1.4 Багаторівнева інтелектуальна мережа

Клієнти можуть прийняти адекватне рішення, поки вони мають мережу, накопичувач та енергію, що генерується самостійно, а також для мінімізації енерговитрати за допомогою механізму реагування на попит. З іншого боку, віртуальне зберігання енергії також є однією з корисних методик для надійного енергопостачання.

За наявності віртуальної платформи накопичувача енергії, мікро-сітки можуть накопичувати свою надлишкову енергію, тоді як інші мікромережі можуть споживати накопичувальну енергію, щоб задовольнити потреби своїх клієнтів попит.

Великі дані в інтелектуальних мережевих системах - інтеграція IoT

Технологія з SG поставляється з витратами на управління величезними обсягами даних, з частою обробкою та зберіганням. Такі дані включають споживачі завантажують попит, споживання енергії, компоненти мережі стан, несправності ліній електропередач, розширені записи обліку, відключення записи управління та прогнозні умови. Це означає, що утиліта компанії повинні мати апаратні та програмні можливості для зберігання, ефективно управляти та обробляти зібрані дані з пристроїв IoT та ефективно.

Великі дані визначаються як дані з величезним обсягом, різноманітністю та швидкістю (три V). Висока частота збору даних пристроями IoT в SG робить розмір даних дуже великим. Сорт представлений різні датчики, які видають різні дані. Швидкість даних представляє необхідна швидкість збору та обробки даних. Отже, IoTaided SG-системи можуть застосовувати методи управління великими даними та обробка имя существительное:

1. обробка
2. переробка
3. стерилізація
4. технологія

IoT-системи передбачають обробку даних, які вимагають BigData оброблення даних (рис. 1.5). Методи обробки великих даних включають зменшення карти та обробка потоку. Map Reduce підходить для статичних та додатки не в реальному часі, а також аналізує великі історичні дані. Це розбиває набори великих даних на менші набори даних і обробляє ці менші дані встановлюється одночасно на декількох машинах. Обробка потоку підходить як у не реальному, так і в реальному часі, і ідеально підходить для датчиків та великих потоки даних. Він стійкий до несправностей і має великий потенціал для великих даних управління в системах мікросітки із підтримкою IoT.

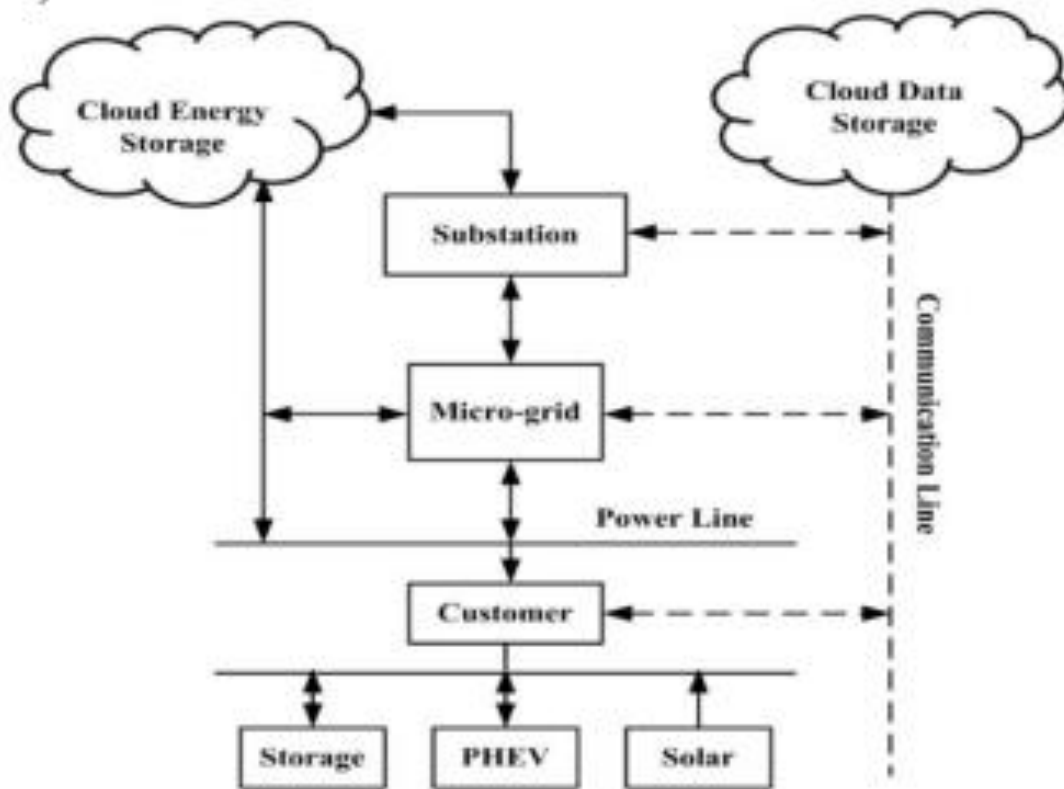


Рис. 1.5 MicroGrid з Cloud технологією

1.7 Переваги та недоліки MicroGrid

Спочатку microgrid планувалось використовувати, як модель діючої SmartGrid, яка є більше за обсягом. По-перше зверталась увага на важливу властивість MicroGrid, це те, що, незважаючи на функціонування в рамках розподільної системи, вона може автоматично переходити в ізолюваний режим роботи і у випадку аварії в мережі може відновлювати синхронну роботу з мережею і паралельно підтримуват необхідну якість електричної енергії. На перших етапах створення систем MicroGrid як єдиної енергосистеми, не обов'язково було переглядати і відбудовувати релейний захист і автоматику, адже сама по собі задумка автономного живлення житлових масивів і віддалених районів має на увазі самодостатність, отже, практично нульовий потік потужності від зовнішньої мережі (Табл. 1.2). Достатньо було і встановлення необхідного обладнання для моніторингу, фіксації та обмеження необхідного максимального перетікання потужності MicroGrid в системі єдиного електропостачання. Здебільшого дана технологія розвивається в США, острівних регіонах на яких задіяно систему MicroGrid. Але з огляду на сучасні технології і розвиток такого

поняття як IoT на дану концепцію дивляться з іншої сторони, оскільки вона долає одні з значніших недоліків Інтернету речей.

Такими являються:

1. Енерговитратність – для повноцінної роботи IoT необхідно досягти автономності мережі і отримувати енергію з навколишнього середовища.

1. Відсутність єдиної системи – проблема інтеграції IoT у відсутності загальних правил і стандартів.

Мікромережі безумовно є частиною Інтернету речей. Якщо Інтернет речей розуміти як здатність інтелектуальних пристроїв до обміну інформацією то це означатиме обмін даними про функціонування розподілених ресурсів між елементами енергетичної мережі та операторами. Згодом такий інформаційний обмін може привести до створення багаторівневої архітектури управління.[9]

Результатом впровадження концепції IoT є мережа, що складається з взаємопов'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані датчики, виконавчі пристрої, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку в дротових або бездротових мережах.[6]

Переваги та недоліки

Архітектура	Спосіб керування(оброблення)	Недоліки	Переваги
На прикладі іноземних проектів	Метою проекту є розробка діючої моделі MicroGrid що володіє характеристиками SmartGrid і дозволяє легко інтегрувати системи попередніх поколінь.	1.Схеми попередніх поколіньне задовольняють сучасних стандартів.	1.Дозволяє легко інтегрувати системи попередніх поколінь.
На прикладі розумного будинку(Рис.1.4)	Реалізація узгодженого керування електротехнічними пристроями в системі розподіленої генерації MicroGrid з реалізацією концепції Інтернету речей, дозволяє забезпечити дотримання вимог енергоефективності та інтелектуалізації сучасних електронних систем. У залежності від функціонального призначення задачі керування обмін даними між пристроями загальної системи реалізується з використанням технологій дротового або бездротового зв'язку.[8]	1.Виникають питання, пов'язані із безпечною передачею та зберіганням інформації. 2.Потребує виконання таких умов: А) можливість зміни алгоритму захисту без зміни апаратної частини; Б) забезпечення відслідковування реального струму споживання мікроконтроллера.	1.Дозволяє передавати невикористану енергію туди, де її не вистачає. 2.Економія і отримання вигоди при наявності можливості повернення користувачами енергії в мережу; 3.Низька вартість розгортання мережі.
Спрощена схема microgrid	Важливим елементом активного енергокомплексу майбутнього є так звані активні споживачі, що з'явилися за рахунок розвитку технологій побутових генераторів енергії (сонячні батареї) і розумних лічильників, енергоефективних рішень і управління попитом.	1.Двонаправлені потоки потужності; 2.Проблеми стабільності.	1.Підвищення надійності, безперебійна подача електрики; 2. Низька вартість розгортання мережі.

1.8 Основні недоліки MicroGrid систем

На перших етапах створення систем MicroGrid як єдиної енергосистеми, не обов'язково було переглядати і відбудовувати релейний захист і автоматику, адже сама по собі задумка автономного живлення житлових масивів і віддалених районів має на увазі самодостатність, отже, практично нульовий потік потужності від зовнішньої мережі.

Достатньо було і встановлення необхідного обладнання для моніторингу, фіксації та обмеження необхідного максимального перетікання потужності MicroGrid в системі єдиного електропостачання. Як вже раніше було відзначено, в режимах аварійних збурень можна відключити MicroGrid на ізолювану роботу.

А в деяких ситуаціях MicroGrid може навіть виступати у вигляді керуючого впливу. Але з огляду на сучасні технології і розвиток такого поняття як Інтернет речей(IoT) на дану концепцію дивляться з іншої сторони, оскільки вона долає одні з значніших недоліків Інтернету речей.

Основні недоліки мікромережі:

- **Двонаправлені потоки потужності:** присутність блоків розподіленої генерації в мережі при низьких рівнях напруги може викликати зворотні потоки потужності, що може привести до ускладнень в координації захисту, небажаним схемами потоку потужності, розподілу струму пошкодження і контролю напруги.

- **Проблеми стабільності:** Взаємодія системи управління може створювати локальні коливання, що вимагають ретельного аналізу стійкості при малих перешкодах. Крім того, перехідні дії між підключеним до мережі і ізолюваним (автономним) режимами роботи в мікромережі можуть створити перехідну нестабільність.

- **Моделювання:** багато характеристик в традиційній схемі не обов'язково залишаються дійсними для мікросетей, і, отже, моделі необхідно переглядати.

Висновки

У цьому розділі було розглянуто реалізація узгодженого керування електротехнічними пристроями в системі MicroGrid з реалізацією концепції Інтернету речей що дозволяє забезпечити дотримання вимог енергоефективності та інтелектуалізації сучасних електронних систем. Також було розглянуто існуючі аналоги та діючі стартапи шляхом аналізу літератури про подібні системи. Через порівняння існуючих мереж та співставленої до них інформації було виявлено їх основні переваги та недоліки.

На основі отриманих результатів було встановлено що в залежності від функціонального призначення та поставленої задачі керування обміном даними між пристроями загальної системи може реалізовуватися з використанням технологій дротового або бездротового зв'язку. А поєднання IoT та енергетичної мережі MicroGrid це обчислювальна концепція, яка може підключати до Інтернету численні та різноманітні елементи завдяки датчикам та іншим бездротовим технологіям.

Перевага системи може бути реалізована в інтелектуальних мережах для підвищення їх продуктивності та співпраці з розумними вантажами, електричними транспортними засобами та відновлюваними енергоресурсами.

РОЗДІЛ 2

МОДИФІКАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ MICROGRID ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

2.1 Система контролю IoT над MicroGrid

Інтелектуальне управління енергією IoT - це максимізація енергоефективності шляхом збору енергетичної інформації, управління енергоефективністю та розподілу торгівлі енергією шляхом взаємодії технології MicroGrid на основі IoT. Послуги інтелектуального управління енергією IoT забезпечують підвищення енергоефективності, розподіл енергії та торгівельні послуги через взаємоз'єднання та інтеграцію енергосистем енергозберігання-передачі-використання з використанням управління Інтернету речей. IoT в основному означає підключення всіх речей до Інтернету.

Кінцевою метою Інтернету Речей є розвідка характеристик/даних про стан об'єкту, через підключення до Інтернету всіх речей навколо нас, автоматизація їх за допомогою мінімального втручання людини, а також надання знань і кращих послуг людям через злиття інформації через різні зв'язки. Для цього важливо не підключати комп'ютери, які шукали в існуючому Інтернеті, а з'єднувати людину, об'єкт, простір і нематеріальні дані, аналізувати різноманітну інформацію, зібрану з них, і ділитися нею.

IoT може спілкуватися, реагувати на об'єкти, середовище та дані, відчувати екологічну інформацію як активних учасників бізнес-процесів, так і соціальних процесів. Об'єкт автономно реагує на фізичну подію реального середовища або виконує процес, який створює службу, або ініціює певну дію, незалежно від того, чи безпосередньо ця особа задіяна.

Інтерфейс у контролері служби полегшує взаємодію з такими розумними об'єктами через Інтернет і запити, або обмінюється статусом об'єктів та відповідною інформацією з урахуванням питань безпеки та конфіденційності.

Для того, щоб реалізувати Інтернет речей взаємодію з елементами, необхідно використовувати технологію датчиків розпізнавання ситуацій, технологію комунікаційних мереж, технологію чіп-пристроїв, легку вбудовану мережеву

технологію, технологію автономної інтелектуальної платформи, технологію Big Data для обробки великої кількості даних, технологію інтелектуального аналізу даних, хмарні технології, технології веб-сервісів та технології захисту конфіденційності.

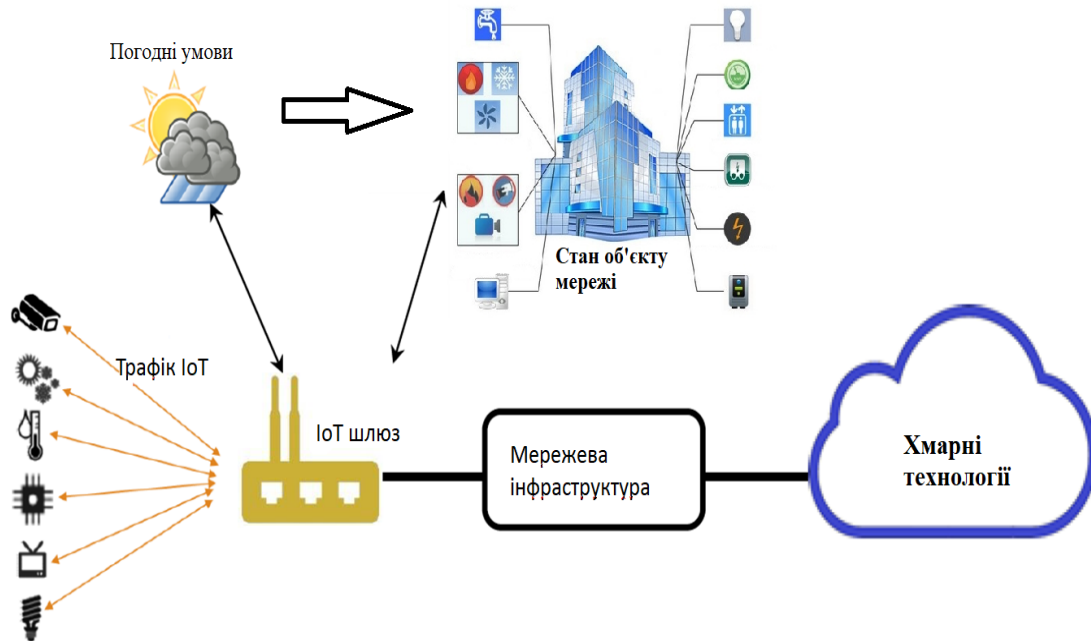


Рис 2.1 Взаємодія IoT шлюзу з Хмарними технологіями

Пристрої IoT можуть бути безпосередньо підключені до Інтернету, якщо вони обладнані технологіями доступу до мережі, або вони можуть бути підключені до локальних шлюзів IoT за допомогою бездротових технологій короткого діапазону, таких як Bluetooth і від шлюзу до Інтернету. Шлюзи IoT можуть бути простим з'єднанням, яке передає дані лише в Інтернет і використовує переваги хмарних обчислень для обчислення, обробки даних і зберігання (Рис. 2.1). Можна дозволити шлюзам IoT виконувати декілька функцій локально, а потім відправити важливі оновлення до Хмари для синхронізації.

Як показано на Рис. 2.1, пристрої та датчики IoT у запропонованій системі підключені до шлюзу IoT, який працює як на обчислювальних платформах, так і на комп'ютерних платформах. Шлюз IoT знає про стан будь-якого локального об'єкту, яки знаходиться в житловій мікромережі, і він також має доступ до місцевого прогнозу погоди, щоб оцінити наявність відновлюваних джерел енергії. Шлюз IoT може зміщувати завдання в Хмарі, або навпаки, відповідно до місцевого стану і

прогнозу погоди для максимізації енергоефективності. Крім того, шлюз IoT може обмінюватися датчиками і зменшувати їх передачу даних швидкість для економії енергії за допомогою отримання та обробки менше даних.

2.2 Методи модифікації системи MicroGrid за допомогою IoT керування

Для надання енергетичних інформаційних послуг членам домогосподарств, домашнім установам, офісним організаціям ми встановлюємо регулятор температури котла та розумний вимикач освітлення в побуті та забезпечуємо віддалене обслуговування через Інтернет.

Інформація, зібрана через шлюз IoT(Рис. 2.1) у домашньому господарстві, зберігається в операційній системі, і інформація надається для кожної сім'ї у вигляді мобільного сервісу шляхом хмарних технологій на основі веб-сервера. В свою чергу веб-сервер надає послуги керування та інтегровану інформацію вимірювання для контролерів температури та вимикачів освітлення, а також аналізує та надає інформацію про споживання енергії.

Використовуючи інтегровану функцію збору даних вимірювання, управління квартирою може заощаджувати електроенергію для кожного покоління в базі даних, керувати нею та стягувати з домогосподарства плату за використання енергії на основі цих даних.

Контроллер може аналізувати тенденції використання енергії у побуті, щоб проаналізувати витрату енергії відповідно до умов розташування домогосподарства або погоди та керувати потребами енергії для планування енергопостачання. Контроллер(Рис. 2.2) аналізує зміни у споживанні енергії домашніми господарствами та спрямовує інформацію на хмару у випадку раптової зміни, щоб перевірити, чи є проблема та діагностувати несправність вимірювального обладнання, та синхронізувати статус об'єкту. Контролер опалення, кусковий світловий контролер і домашній шлюз встановлюються в будинку для блокування операційної систем.

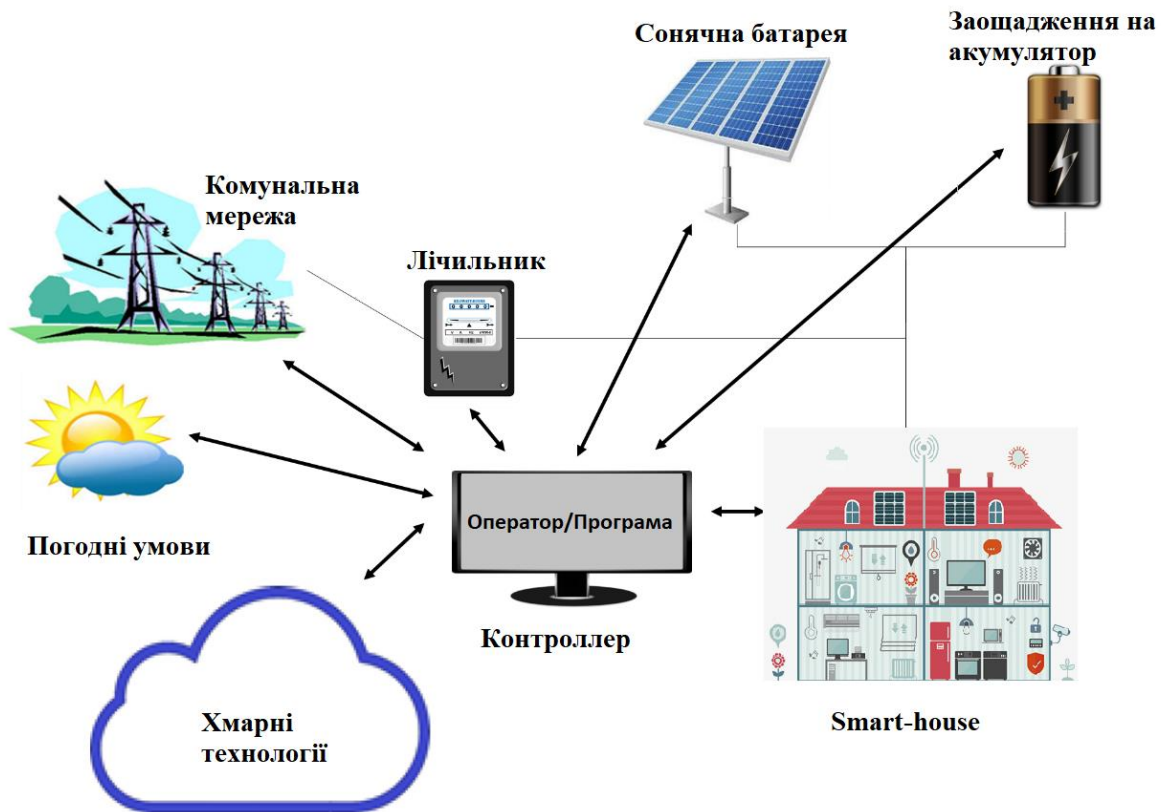


Рис. 2.2 Контролер MicroGrid

Методи забезпечення керування

Аналіз переваг і недоліків системи і відносна новизна концепції поєднання Інтернету речей та розподіленої мережі, вимагає застосування аналітичних методів моделювання. Перевагами такого моделювання є простота отримання результату шляхом відносно дешевої і не складної моделі.

Основою аналітичних методів є теорія випадкових процесів. Для встановлення певних рамок моделі скористаємося запропонованими графічними моделями (Рис. 2.1-2.2).

Для визначення етапів роботи запропонованої концепції побудуємо **блок-схему керування MicroGrid шляхом IoT** (Рис. 2.3).

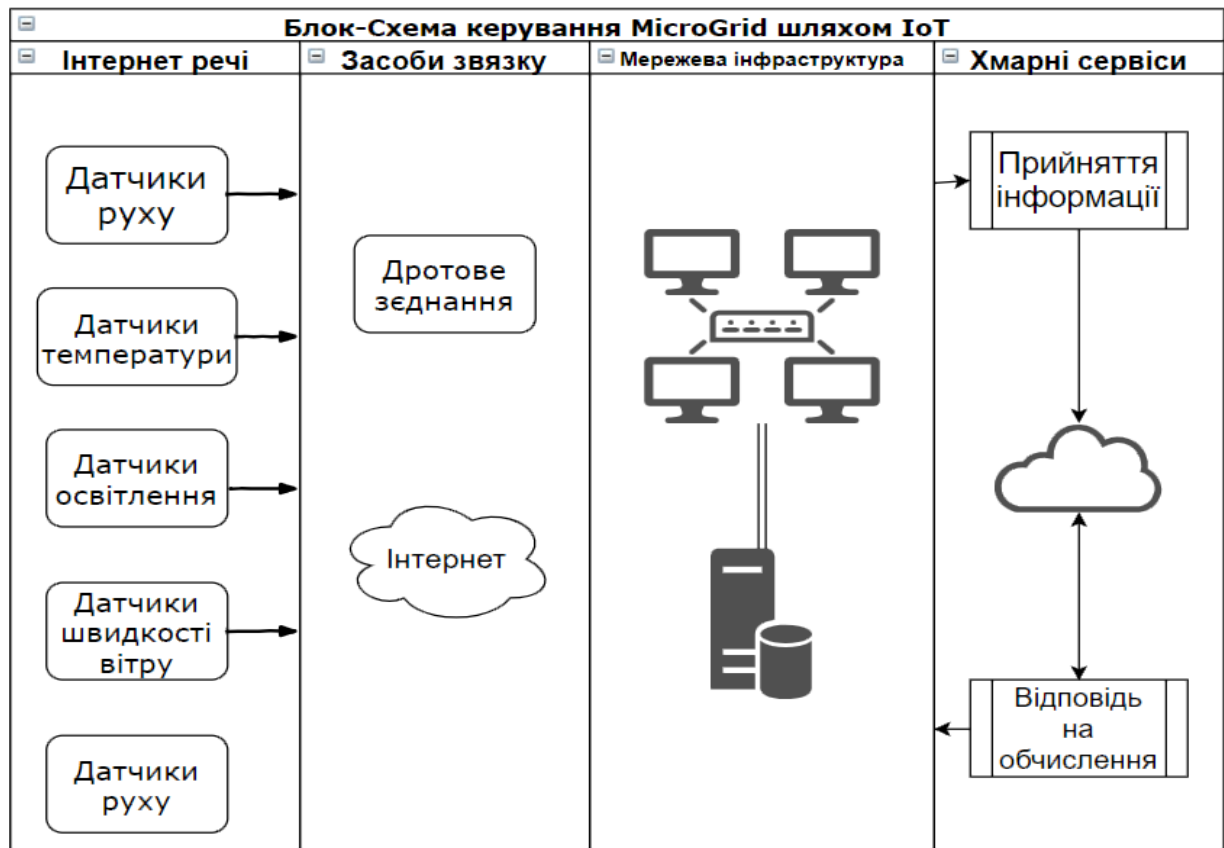


Рис. 2.3 Запропонований метод керування

Отже предметом дослідження є мережа керована Інтернет речами з застосуванням хмарних обчислень, шлюзи всіх житлових будинків спілкуються з комунальним підприємством (через GPRS, 3G або оптичне волокно). Це може бути реалізовано за допомогою хмарних обчислень, як сучасна парадигма, яка вже прийнята для таких проблем.

Слід зазначити що при використанні хмарних технологій обчислення можуть відбуватися певні затримки оброблення даних на хмарі, оскільки там відбувається аналіз даних з усіх джерел(датчики, елементи мережі, інформація про погодні умови в різних регіонах, інформація про напругу в мережі, заощаджену енергію за рахунок ВДЕ тощо.)

Типовою інформацією, яка може обмінюватися між шлюзом є: ціна електроенергії, поточне і майбутнє споживання мікросітки, поточне і майбутнє виробництво розподілених виробничих джерел, пов'язаних з мікромережею, стан роботспроможності елементів мережі, розподілені джерела енергії, такі як сонячні панелі, вітрові турбіни та інше.

На Рис. 2.4 представлена схема досліджуваної мережі. Елементами якої є модель Смарт-Будинку, спростована модель енергомережі з сонячною панеллю та повітряною турбіною, та модель датчиків збору інформації про погодні умови.

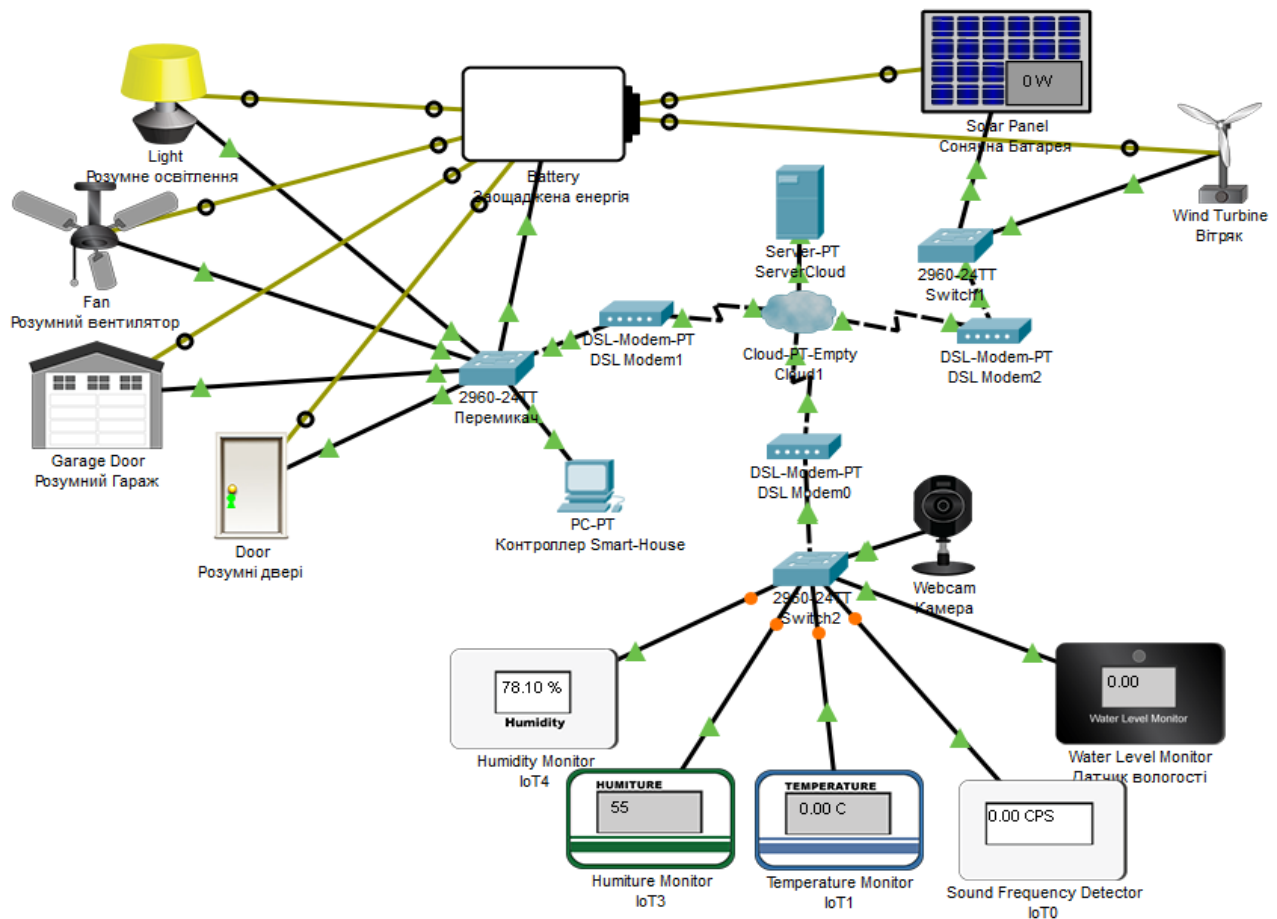


Рис. 2.4 MicroGrid мережа керована Хмарними технологіями

Опис змодульованої системи:

1. Смарт-Будинок:

- Розумні двері
- Розумний гараж
- Розумний світильник
- Розумний вентилятор
- Енерго блок
- Контроллер

2. Датчики навколишнього середовища:

- Датчик температури
- Датчик вологості
- Камера
- Датчик швидкості вітру
- Вологості повітря
- Тиску

3. Мікромережа:

- Сонячна панель
- Повітряна турбіна

4. Хмара.

Елементи Смарт-Будинку (двері, гараж, світильник) споживають певну енергію, мають певні характеристики та данні про свій стан. Основна відповідальність за будинок полягає на контроллер.

Контроллером є комп'ютер, що керує систему будинку автоматично або керується людиною. Він надає інформацію людині про стан середовища будинку, заощаджену енергію, освітленість, просторовість тощо. Смарт будинок в нашій моделі вважатимемо цілісним і незмінним об'єктом. Всі данні зібрані контролером про стан енергомережі будинку надсилаються на хмару.

Елементи енерго мережі сонячна панель та вітряна турбіна забезпечують основне енерго постачання. Інформація про кількість зібраної енергії відправляється на хмару.

Датчики це відокремлена система, яка забезпечує збір інформації про погодні умови та середовище.

Незалежно від погодних у мов вони споживають сталу кількість енергії та ресурсу.

Вся зібрана інформація про всі елементи мережі зібрана на хмарі.

Хмара має свій сервер опрацювання даних, по завершенню збору

інформації(числових характеристик) ведеться обробка даних.

Дані обробляються двома шляхами:

- Традиційний
- Автоматичний

Традиційний метод

У традиційній установі немає автоматичної система управління і всі навантаження полягають на операторі. Для установленної системи, враховуючи всі нюанси робочого часу та години пік (від 6 ранку до 9 та від 6 вечора до 23) і перерву між ними на загальну годину. Вентилятори та розумне освітлення зазнають навантажень у будинку.

Таким чином, ці навантаження споживають енергію повністю з сітки, що збільшує попит на енергію, а також електричний рахунок. Високі і головні перепади стаються тут навіть коли немає людей, енергія витрачається у часи перерви коли немає використання, оскільки система залишаються в стані ON. Хоча є усвідомленні правила і закони для економії енергії, але це не робиться належним чином через недбалість.

Автоматичний метод

Замість традиційного методу може бути експлуатований метод з відновлюваними джерелами енергії. Але система не може працювати завжди на відновлюваних джерелах, оскільки виробництво електроенергії є високим тільки в певні години і погодні умови. Сонячна енергія є корисною, але виробляє максимальну потужність тільки в пікові години (опівдні) а у вітро турбінах виробляється максимум під час сильних вітрів. Таким чином для інтелектуального управління енергією розроблена система, яка використовує обидва методи.

MicroGrid керована шляхом Інтернету речей.

- Традиційний режим(Рис 2.5)
- Автоматичний режим(Рис 2.4)

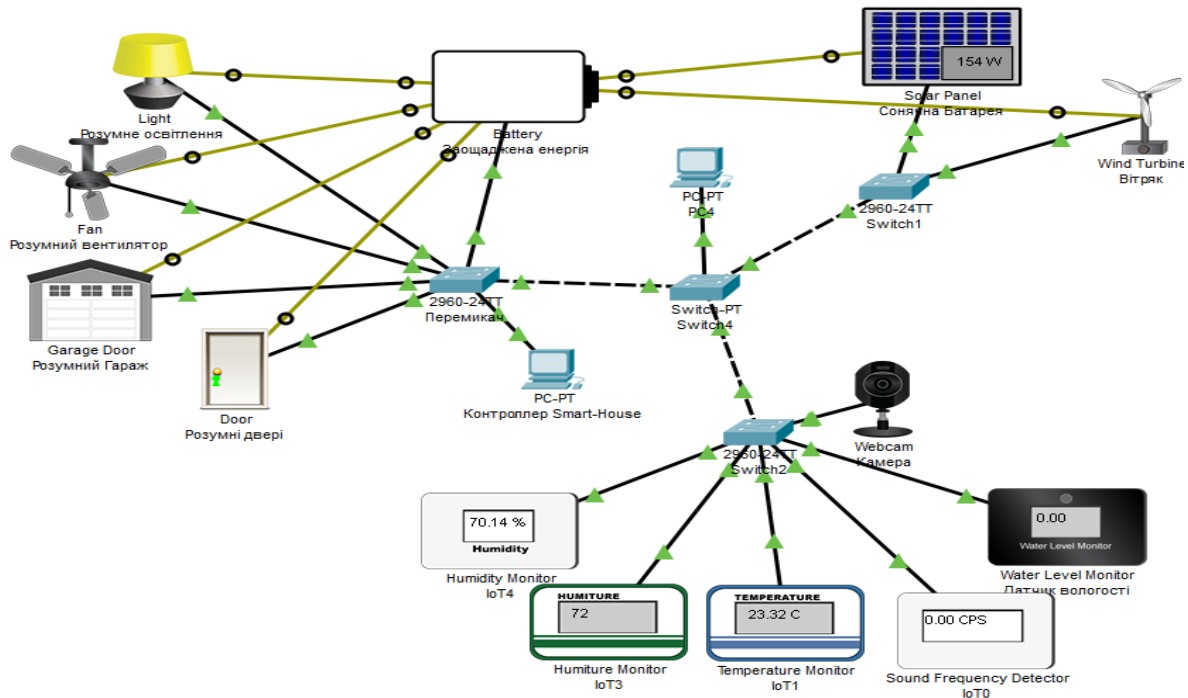


Рис. 2.5 MicroGrid мережа керована оператором

Для дослідження моделі автоматичного методу, вводимо допущення при обчисленнях:

- при відмові одного з об'єктів, що залишилася смуги пропускання залишається досить для задоволення продовження роботи;
- розглянута мережа вважається непрацездатною при відмові Cloud контролера, а також при відмові всіх комутаторів;
- час відновлення Cloud контролера набагато більше часу відновлення комутатора, тому відновлення комутатора відбувається непомітно при одночасному відновленні контролера.

Для даної мережі складемо список станів:

1. відмови відсутні;
2. відмова одного комутатора;
3. відмова двох комутаторів;
4. відмова всіх комутаторів;
5. відновлення комутатора при робочому Cloud;
6. відновлення двох комутаторів при робочому Cloud контролері;
7. відмова Cloud контролера;
8. відмова комутатора і Cloud контролера;

9. відмова Cloud контроллера і двох комутаторів;

10. відновлення Cloud контроллера

11. Cloud непрацездатний

Складемо таблицю переходів між станами для досліджуваної мережі(Табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Типи переходів у різні стани

Тип переходу		Опис стану
Λ_s 1 <div> <div>2</div> <div>→</div> </div>		Відмова від одного до всіх комутаторів
λ_s 1 <div> <div>3</div> <div>→</div> </div>		
λ_s 1 <div> <div>4</div> <div>→</div> </div>		
Λ_{cl} 1 <div> <div>7</div> <div>→</div> </div>		Відмова Cloud контроллера
λ_{cl} 3 <div> <div>→</div> </div>	λ_s 8 <div> <div>←</div> </div>	Відмова Cloud через відмову комутатора (і навпаки)
λ_{cl} 4 <div> <div>→</div> </div>	λ_s 9 <div> <div>←</div> </div>	
λ_o 2 <div> <div>5</div> <div>→</div> </div>		Перехід до відновлення
λ_o 3 <div> <div>5</div> <div>→</div> </div>		
λ_o 4 <div> <div>6</div> <div>→</div> </div>		
λ_o 8 <div> <div>→</div> </div>	λ_o 10 <div> <div>←</div> </div>	Відновлення сервера при відновленні комутатора
λ_o 9 <div> <div>→</div> </div>	λ_o 10 <div> <div>←</div> </div>	
μ_m 10 <div> <div>→</div> </div>	μ 1 <div> <div>←</div> </div>	Ліквідація відмов
μ_m 10 <div> <div>→</div> </div>	μ 1 <div> <div>←</div> </div>	

Якщо поєднати всі ці стани можна отримати граф-стану спроектованої мережі (Рис 2.6)

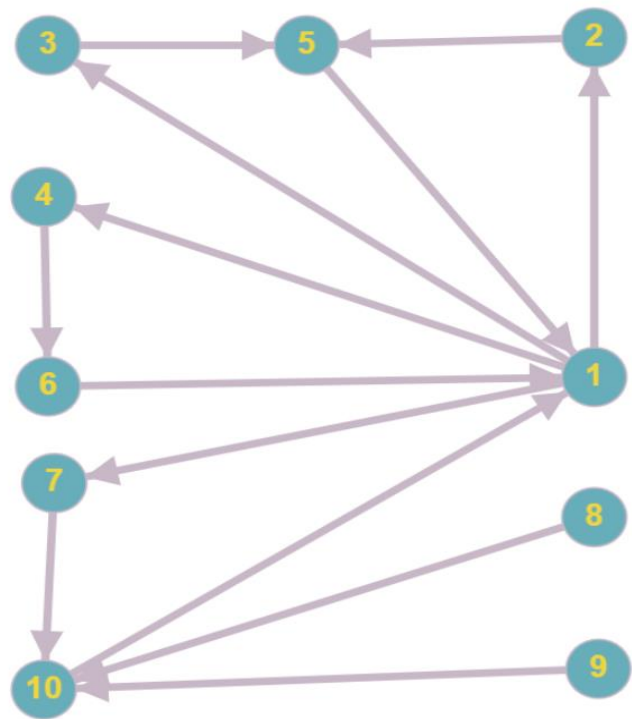


Рис. 2.6 Граф станів мережі керованої Інтернетом речей

Зробивши опис станів зазначемо опис інтенсивностей переходів між цими станами(Табл. 2.2)

Таблица 2.2

Інтенсивності переходів

Позначка	Опис
λ_s	Інтенсивності відмов комутаторів
λ_{cl}	Інтенсивність відмови сервера Cloud controller
λ_o	Інтенсивність виявлення відмов
μ	Інтенсивність відновлення комутатора
μ_m	Інтенсивність відновлення контролера

Розглянемо характеристики мережі передачі даних(ПД), пов'язані з її пропускнуою спроможністю і надійністю доставки інформації. Мережа ПД є стохастичною системою, оскільки на її вхід надходить випадковий потік повідомлень від РС і серверів, а обслуговуючі прилади - канали і вузли зв'язку схильні до відмов; в каналах зв'язку є випадкові перешкоди, що впливають на час передачі повідомлень. Таким чином, мережа ПД - це складна СМО з великою кількістю обслуговуючих приладів.

Модифікований метод

Оскільки для управління та роботи мікромережі потрібна ефективна система. Для досягнення цієї комунікації потрібно підтримувати дуже швидко, тому вирішення полягає у використанні аналогової системи зв'язку замість цифрової системи. Оскільки аналоговий зв'язок набагато швидший, можна досягти системи управління за значно менший час.

Для аналогового зв'язку використовується комбінація програмованого логічного контролера разом з 4 вхідними та 2 вихідними аналоговими модулями. Спочатку обидва вихідні дані зведено до нуля у вимкненому стані. У стані ON обидва вихідні сигнали змінюються одночасно. Ці виходи приєднані до двох різних приводів постійного струму, один - двигуна постійного струму, а інший - синхронного генератора. Виконуючи ручні експерименти, можна судити, що коли повільно збільшувати напругу до 6,5 Вольт постійного струму для приводу постійного струму, підключеного до двигуна постійного струму, і до 2,5 Вольт постійного струму для приводу постійного струму, підключеного до синхронного генератора, досягається вихід 380/440 вольт змінного струму і частота 50 Гц.

Отже, використовуючи ці результати та поряд зі значними змінами, можна досягти замкнутої системи. Спочатку подавати подібні напруги на постійні диски з кроком 0,5 В постійного струму. Після досягнення цього закривати 3-фазний вимикач, таким чином забезпечуючи зворотний зв'язок з ПЛК. [6] [11] використовується три входи для зворотного зв'язку, які включають "напругу", "об / хв" і "струм". Для цього використовується перетворювач струму, потенційний перетворювач та ІЧ-датчик, деталі яких вже обговорювались у попередньому

розділі. Зворотній зв'язок порівнюється з умовами, яких можна досягти, які становлять 50 Гц (3000 об / хв) та 380/440 В змінного струму (200/220 В змінного струму однофазні). Після порівняння, якщо вони не рівні, а 0,1 В збільшується через рівні проміжки часу, якщо напруга або об / хв нижче умови, а 0,1 В зменшується, якщо вони перевищують вище умови. (Рис. 2.7)

Скрізь у світі, де від вихідного сигналу генератора потрібна фіксована частота, замість індукційного генератора кращим є синхронний генератор [13]. Використовуючи індукційний генератор, він не може досягти синхронної швидкості через ковзання між фактичною швидкістю та синхронною швидкістю. Отже, використовуючи індукційний генератор, автори не можуть встановити постійну частоту, оскільки ковзання завжди присутнє в індукційному генераторі, існує прямий зв'язок між частотою та ковзанням. [9] Якщо ковзання зменшується, тоді синхронна швидкість зменшується, зміна вихідної частоти генератора може створювати небажані гармоніки в системі, тому автори використовують синхронний генератор.

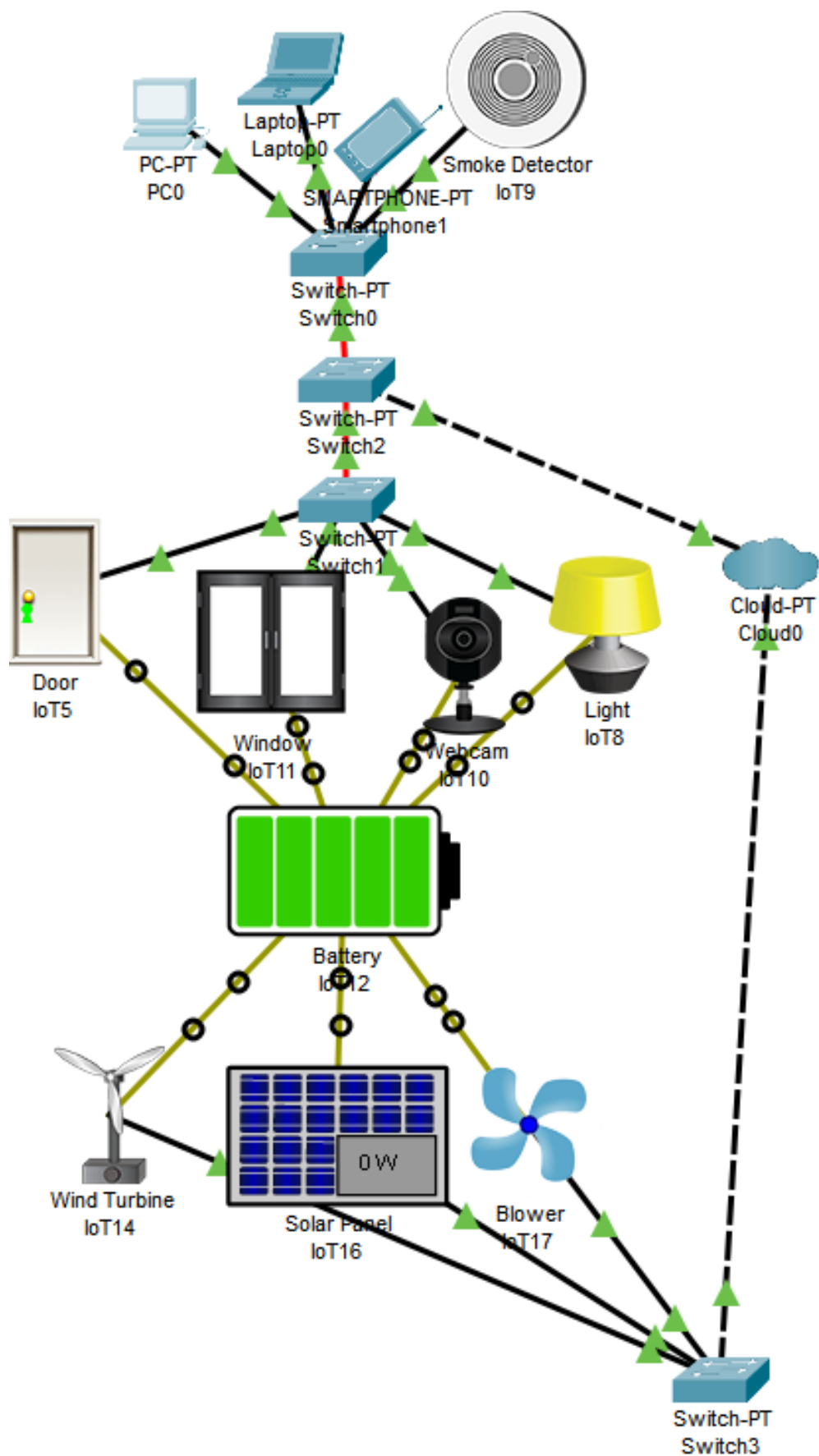


Рис. 2.7 Модифікована система управління

Висновки

У даному розділі було запропоновано аналітичну модель системи керування MicroGrid за допомогою Інтернету речей шляхом хмарних обчислень. Також було розроблено імітаційну модель інтелектуального управління системи з відновлюваною енергією шляхом використання поняття Інтернету речей як метод управління над мережею. На основі запропонованої імітаційної моделі було розглянуто основні стани мережі з зазначеними спрощеннями.

Таким чином, після вивчення принципу роботи приводу постійного струму можна контролювати частоту обертання двигуна постійного струму, а також управляти вихідними лінійними напругами синхронного генератора за допомогою приводу постійного струму на основі чого було запропоновано модифікований метод. Завдяки контролю та роботі мікромережі також здатні забезпечити стабільність напруги та частоти і мають низьку вартість.

Також ця система має високу енергоефективність, оскільки вона використовує мікроконтролер хмарних обчислень, який виконує автоматичний розподіл електроенергії найбільш ефективним способом(залежить від ПО).

За рахунок цього отримано припущення що нам не потрібно контролювати розподіл енергії, а це робиться автоматично. Або це можливо контролювати з веб-сторінки або з мобільного додатку, оскільки ми використовуємо платформу IoT. Завдяки цьому ця система ефективно керує енергетичною системою, зменшуючи споживання електроенергії, рахунок за електроенергію і тим самим витрати на технічне обслуговування, а втручання людини мінімізується.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДИФІКАЦІЇ

3.1 Тестування на імітаційній моделі.

Наша система управління енергією(Рис. 3.1) тестується за прототипом MicroGrid керованої IoT. Тестована система містить сонячну панель та вітряну турбіну, а інформація про здобуту енергію передається у модельовану хмару.

Система імітаційної моделі працювала протягом доби, після чого показання були записані до таблиці. Порівнюючі зниження енергоспоживання в навантаженнях можна побачити (Табл. 3.1)

Оскільки у новомодифікованій системі керування відрізняється, складемо порівнюючі таблиці заощаджень.(Рис. 3.2)

У таблиці наведено порівняння одиниць заощадження енергії в обох традиційному і автоматичному режимі. Можна побачити значне збільшення профіту в автоматичному режимі в порівнянні з традиційним режимом.

Таблиця 3.1

Порівняння заощаджень в різних режимах

День	Тип режиму		
	Традиційний(Ват)	Автоматичний(Ват)	Модифікований(Ват)
1	2931	2862	3128
2	2856	2739	3081
3	2651	2590	3090
4	2745	2598	2972
5	2912	2830	3132
6	3110	3009	3210
7	2957	2902	3174
8	2609	2568	3065
9	2415	2315	2932
10	2692	2574	3003

На основі порівняння режимів маємо діаграму заощаджень.

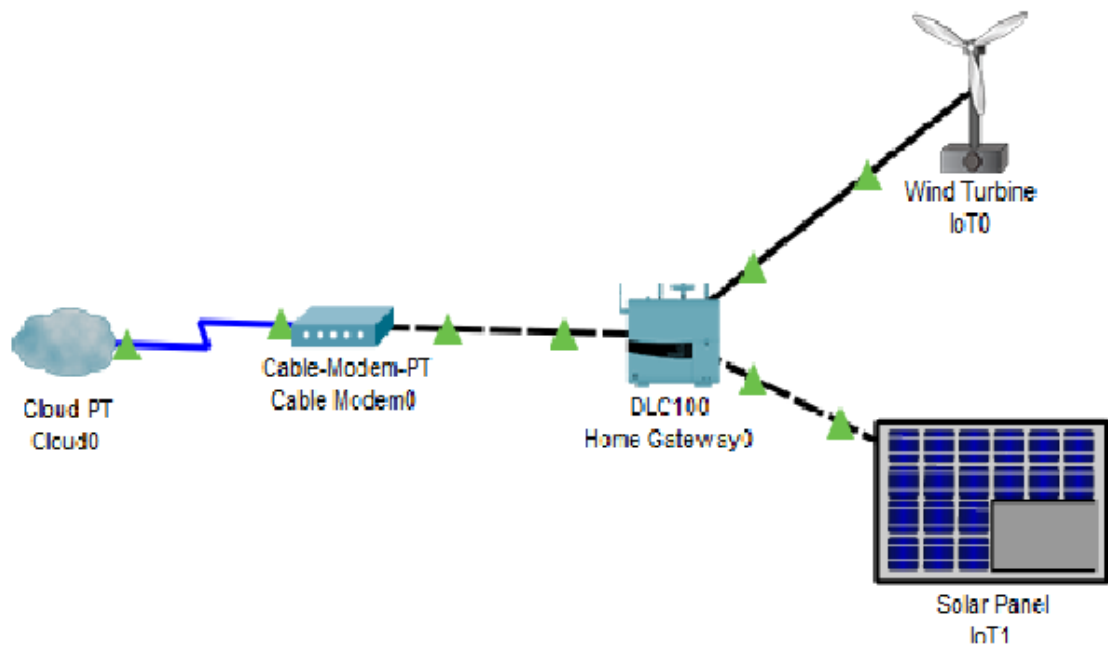
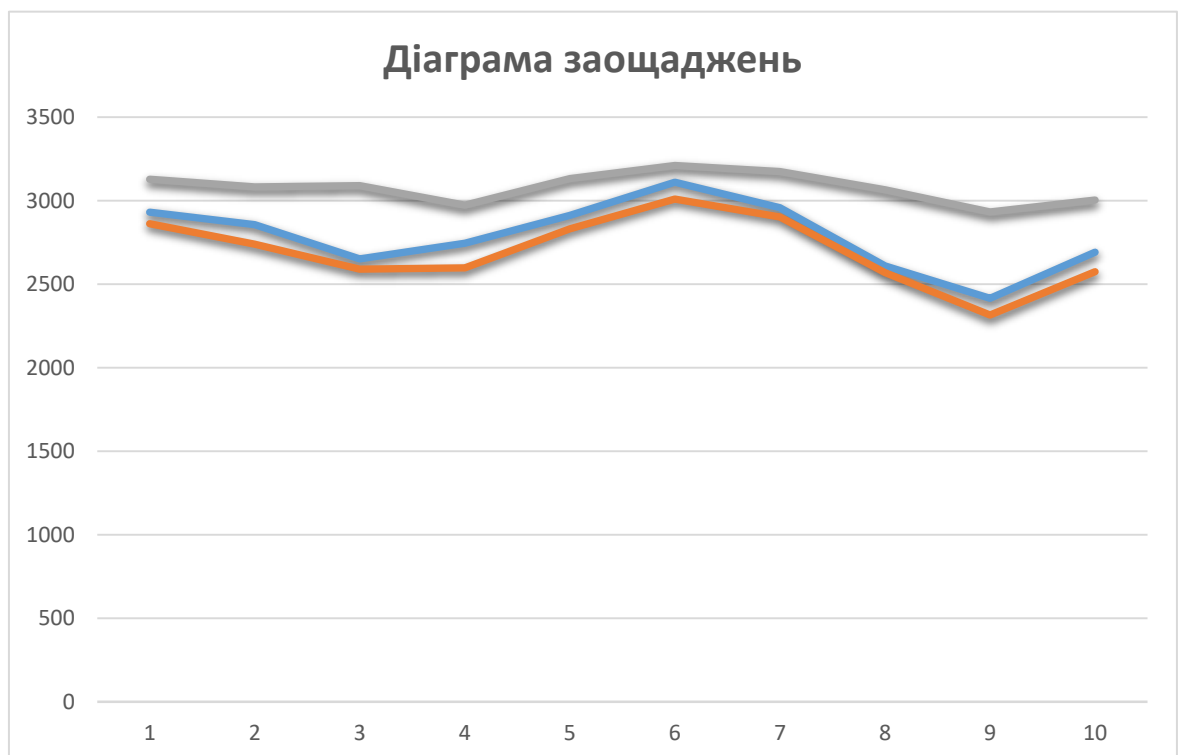


Рис. 3.1 Система управління енергією

Діаграма заощаджень



Зрозуміло, що одиниці, що споживаються в традиційному режимі порівняно більше до автоматичного режиму завдяки інтеграції використання відновлюваної

енергії та планових навантажень за допомогою IoT, що видно з **Діаграми заощаджень**.

3.2 Розрахунок величини затримки повідомлень в мережі

Визначимо величину затримки повідомлень в i -х каналах мережі і мережі в цілому. Ці величини будемо визначати як при відомих законах розподілу випадкових велич T і T_i :

$$T = T_{обс} + T_{оч}, \quad (3.1)$$

Для аналізу робиться ряд спрощують припущень:

- Фіксована маршрутизація (для будь-якого повідомлення існує тільки один шлях передачі).
- Канал розглядається односторонній.
- Мережа складається з n - вузлів і m - каналів.
- Канали безвідмовні (немає шумів, отже, не виникають помилки, які система б відловлювала і повторно запитувала повідомлення).
- Час обробки повідомлень в вузлах є постійною величиною.
- Кожному i -ому каналу ставляться у відповідність пропускна здатність каналу C_i [біт / с] і середній час обслуговування і очікування обслуговування - T_i [з].
- Середня довжина повідомлень $l_{cp} = \frac{1}{\mu}$ [біт / повід].

Розглянемо час обслуговування повідомлення в каналі T_i . Воно пропорційно довжині повідомлення l .

У черзі до каналу i знаходяться повідомлення з інших ліній, а також пропозиції, що надійшли в мережу, тобто вони вийшли з різних черг, тому інтервали між надходженнями розподілені по складному закону.

Вирішити це можна тільки представивши дану систему найпростішої $M / M / 1$. Це означає, що на вхід i -тій черзі надходить пуассоновский потік повідомлень з інтенсивністю l_i , а час обслуговування розподілено по експонентному закону

$$T_{обс} = \frac{1}{\mu + \lambda_0} \quad (3.2)$$

Розглянемо час очікування повідомлення в каналі. Для цього скористаємося можливостями програмного забезпечення Cisco Packet Tracer.

Залежно від зони охоплення інтернет-провайдера і розташування вузлів джерела і призначення відслідковують маршрути можуть перетинати безліч переходів і мереж.

Для визначення затримки мережі можна також використовувати команду ***traceroute***.

Команда ***tracert*** застосовується для відстеження шляху до тих же вузлів призначення, як в автоматичній так і традиційній системі.

Для цієї мети команда ***tracert*** використовує пакети з повідомленням ICMP TTL Exceed (Час життя пакету перевищено) і луна-відгуки ICMP.

Розглянемо Традиційний метод(Рис. 2.5):

1. Налаштуємо середовище(Табл. 3.2);
2. Для перевірки роботи імітаційної моделі про пінгуємо мережу;
3. Знімемо декілька показників затримок.

Отже:

Таблиця 3.2

Команди налаштування середовища

Середовище	Команда
Switch>	ena (enable)
Switch#	conf t
Switch(config)#	Int Fa0/1
Switch(config-if)#	//other comands

Роботу імітаційної моделі можна зрозуміти з успішного надсилання ***echo*** запиту командою ***ping***.(3.2)

```

C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=81ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=52ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=47ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=50ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 47ms, Maximum = 81ms, Average = 57ms

```

Рис. 3.2 Робота імітації

Оскільки імітаційна модель працює, пакети надходять до хмари, можна сміливо переходити до перевірки затримок. Приклад перевірки затримок передачі пакетів до елементу мережі можна побачити на (Рис. 3.3)

```

C:\>tracert 192.168.0.1

Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:

  1    21 ms    14 ms    15 ms    192.168.0.1
Trace complete.

C:\>tracert 192.168.0.1

Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:

  1    19 ms    16 ms    14 ms    192.168.0.1
Trace complete.

C:\>tracert 192.168.0.1

Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:

  1    16 ms    17 ms    15 ms    192.168.0.1
Trace complete.

```

Рис. 3.3 Показники отримані командою tracert

Отримані значення показників затримок передачі пакетів до кожного елементу мережі занесено до Таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Показники затримок передачі пакетів до кожного елементу

Номер експерименту	Показники затримок передачі пакетів до кожного елементу системи традиційного методу, мс								
1	21	14	15	19	16	14	16	17	15
2	36	21	19	23	19	15	18	13	17
3	17	14	16	16	18	20	16	19	17
4	27	34	21	18	17	19	19	17	14
5	14	16	25	21	17	18	19	14	16
6	21	16	18	19	19	14	14	19	19
7	21	14	17	29	14	18	24	18	25

Розглянемо Автоматичний метод(Рис. 2.4):

1. Налаштуємо середовище(Табл. 3.4);
2. Для перевірки роботи імітаційної моделі про пінгуємо мережу;
3. Знімемо декілька показників затримок.

Таблиця 3.4

Команди налаштування автоматичного середовища

Середовище	Команда
Router>	ena (enable)
Router #	conf t
Router (config)#	int Fa0/0
Router (config-if)#	ip address ...

```

C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=78ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=42ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=62ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=72ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 42ms, Maximum = 78ms, Average = 63ms

```

Рис. 3.4 Робота імітації 2

Роботу імітаційної моделі можна зрозуміти з успішного надсилання *echo* запиту командою *ping*.(3.4)

Одразу можна помітити відмінність у декілька ms зазначених у:

Approximate round trip times in milli-seconds

Оскільки імітаційна модель працює, пакети надходять до хмари і Cloud Controller то можна сміливо затвердити що система працездатна і має меншу затримку.

Доведемо це тим же шляхом що і на імітаційній моделі з контролером опрацьованим частково або повністю людиною.

```

C:\>tracert 192.168.0.1

Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:

  1    15 ms     14 ms     14 ms     192.168.0.1
Trace complete.

C:\>tracert 192.168.0.1

Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:

  1    15 ms     13 ms     14 ms     192.168.0.1
Trace complete.

C:\>tracert 192.168.0.1

Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:

  1    16 ms     15 ms     14 ms     192.168.0.1
Trace complete.

```

Рис. 3.5 Показники отримані командою tracert

Провівши дослідження можна помітити що на відміну від традиційного режиму

показники затримки не перевищують 16 ms.

Не враховуючи показників затримки відповіді на певні задачі людського фактору, зрозуміло що в автоматичному режимі вони виконуватимуться в рази швидше. (залежить від складності задачі та ПЗ) Отримані значення можна побачити у Таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Показники затримок передачі пакетів з кожного елемента

Номер експерименту	Показники затримок передачі пакетів до кожного елемента системи автоматичного методу, мс.								
1	15	14	14	15	13	15	16	15	14
2	16	13	12	17	10	15	12	11	16
3	15	14	11	12	12	13	13	15	15
4	17	14	15	11	11	12	11	12	16
5	19	14	12	14	11	14	12	16	13
6	12	14	15	13	12	13	14	18	11
7	11	14	12	11	13	16	14	17	14

Отже показники затримки автоматичного методу значно менші.

Оскільки визначені показники відмінні(Табл. 3.3) і (Табл. 3.5), аналогічним чином симулюємо передачу пакетів між контролером розумного будинку та контролером на хмарі у різних режимах.

Розглянемо модифікований метод(Рис. 2.4):

1. Налаштуємо середовище(Табл. 3.6);
2. Для перевірки роботи імітаційної моделі про пінгуємо мережу;
3. Знімимо декілька показників затримок.

Таблиця 3.6

Команди налаштування автоматичного середовища

Середовище	Команда
Router>	ena (enable)
Router #	conf t
Router (config)#	int Fa0/0
Router (config-if)#	ip address ...

```
C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=78ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=42ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=62ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=72ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 42ms, Maximum = 78ms, Average = 63ms
```

Рис. 3.6 Робота імітації 3

Роботу імітаційної моделі можна зрозуміти з успішного надсилання *echo* запиту командою *ping*.(3.6)

Одразу можна помітити відмінність у декілька ms зазначених у:

Approximate round trip times in milli-seconds

Оскільки імітаційна модель працює, пакети надходять до хмари і Cloud Controller то можна сміливо затвердити що система працездатна і має меншу затримку.

Доведемо це тим же шляхом що і на імітаційній моделі з контролером опрацьованим частково або повністю людиною.

```

C:\>tracert 192.168.0.1
Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:
  1   15 ms    14 ms    14 ms    192.168.0.1
Trace complete.
C:\>tracert 192.168.0.1
Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:
  1   15 ms    13 ms    14 ms    192.168.0.1
Trace complete.
C:\>tracert 192.168.0.1
Tracing route to 192.168.0.1 over a maximum of 30 hops:
  1   16 ms    15 ms    14 ms    192.168.0.1
Trace complete.

```

Рис. 3.7 Показники отримані командою tracert

Провівши дослідження можна помітити що на відміну від традиційного режиму

показники затримки не перевищують 16 ms.

Не враховуючи показників затримки відповіді на певні задачі людського фактору, зрозуміло що в автоматичному режимі вони виконуватимуться в рази швидше. (залежить від складності задачі та ПЗ) Отримані значення можна побачити у Таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Показники затримок передачі пакетів з кожного елементу

Номер експеременту	Показники затримок передачі пакетів до кожного елементу системи автоматичного методу, мс.								
1	15	14	14	15	13	15	16	15	14
2	16	13	12	17	10	15	12	11	16
3	15	14	11	12	12	13	13	15	15
4	17	14	15	11	11	12	11	12	16
5	19	14	12	14	11	14	12	16	13
6	12	14	15	13	12	13	14	18	11
7	11	14	12	11	13	16	14	17	14

На основі порівняння даних отримуємо порівнюючу гістограму.

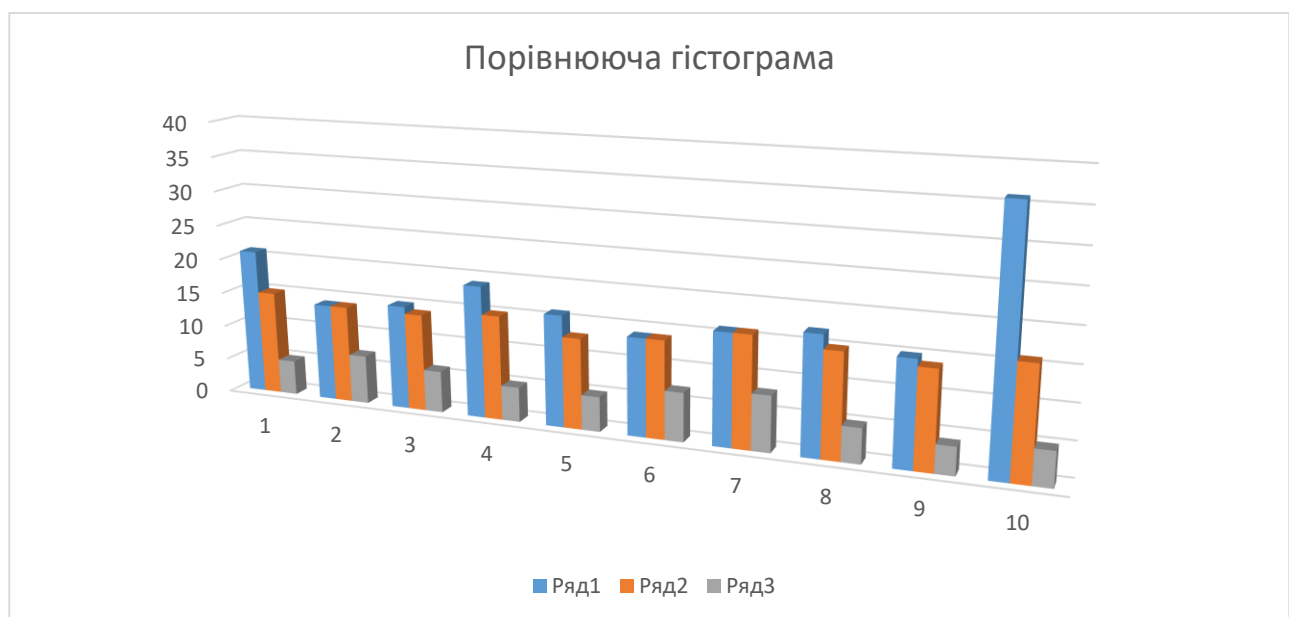
Показники затримок можна побачити у Таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Показники затримок

Тест	Тип режиму		
	Традиційний, мс.	Автоматичний, мс.	Модифікований, мс.
1	21	15	5
2	14	14	7
3	15	14	6
4	19	15	5
5	16	13	5
6	14	14	7
7	16	16	8
8	17	15	5
9	15	14	4
10	36	16	5

Порівнююча гістограма затримок



Згідно з отриманими даними зрозуміло що основну перевагу слід надавати автономному методу роботи системи.

Збір інформації може відбуватись на рівні елементу, або рівні цілого об'єкту – буде це чи розумний будинок, офіс, багатоповерхівка, завод, фабрика, лікарня інформація про нього надходить на допоміжний контролер, а потім на обробку до серверу Cloud Controller' а, де на відповідний запит чи ситуацію буде прийнято рішення.

Нова мережева система живлення має два приводи постійного струму, а також програмований логічний контролер (ПЛК), що функціонують на певній відстані один від одного. Як результат, потрібна точна координата, щоб зберегти стабільність мережі. Для цього призначений надійний контролер для управління роботою локального контролера з боку в сторону аналогового зв'язку. Контролер навантаження використовується для виявлення налаштувань та спостереження за потоком потужності на машинах. Коли система працює, вона виявляє два стани, один не є станом навантаження, а інший - навантаженням [14].

Діаграма функціонування локального контролера показана на рис. 3.7. Ця блок-схема дає схему процедури створення повного циклу зворотного зв'язку для системи. Ця система працює до тих пір, поки не досягне і не збереже стабільне положення щодо частоти та напруги.

Полеве збудження забезпечується синхронним генератором, і його ротор обертається з обертанням вала двигуна, що призводить до електричної потужності на його виході. Потоки потужності між машинами мають форму механічного крутного моменту, оскільки потужність на вході та виході є, природно, електричною. Цей процес забезпечує ізоляцію електричної системи, а також буферизацію потужності між цими двома електричними системами.

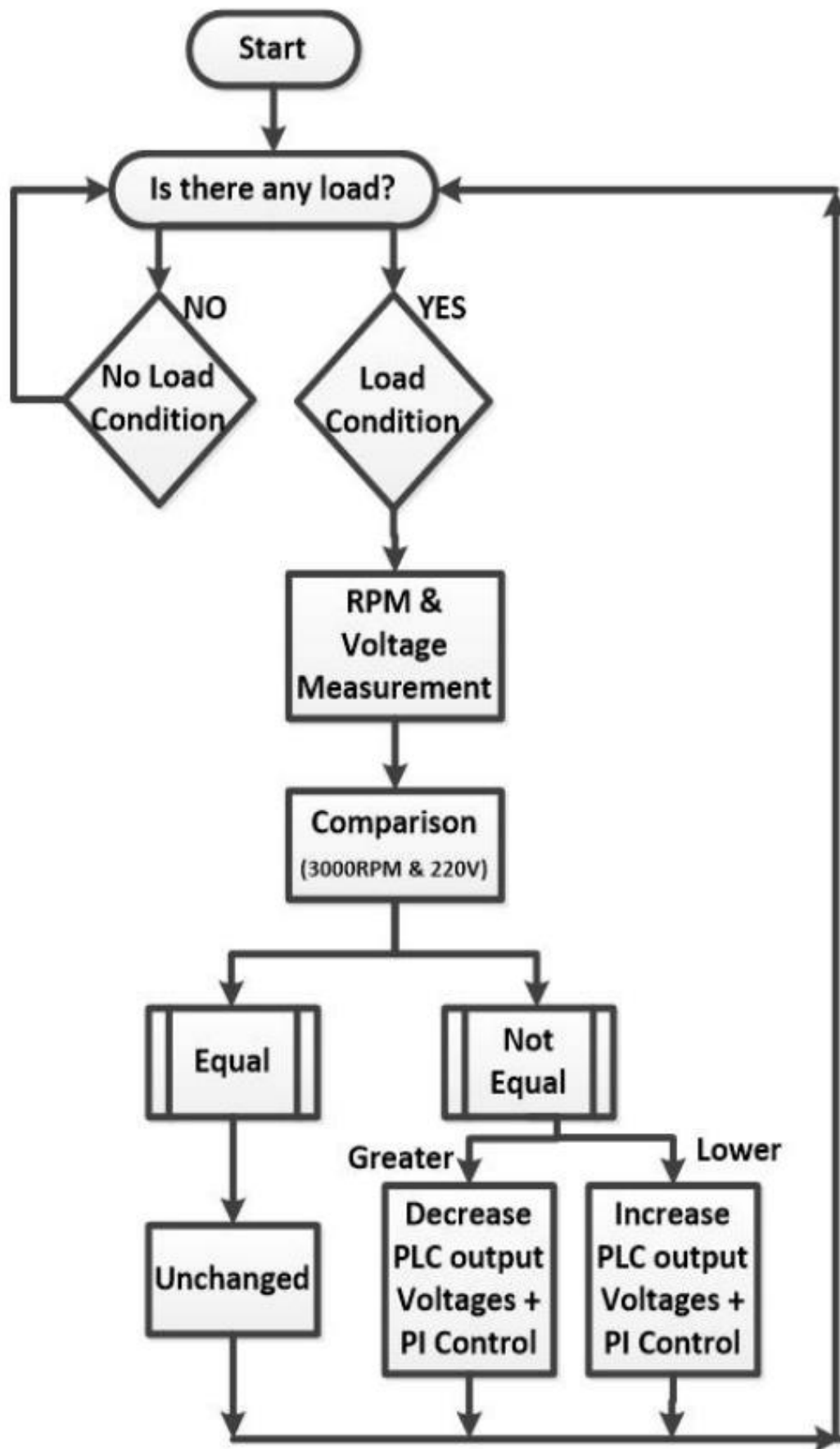


Рис. 3.7 Функціонування локального контролера

Висновки

В цьому розділі було проведено тестові розрахунки заощаджень енергії у різних режимах, за допомогою можливостей програми Cisco Packet Tracer. З створеної моделі протестованої у 10денному режимі отримано значення використаної енергії і створено порівняльну таблицю заощаджень. Визначено показники затримки надходження інформації з контролеру систем до Cloud контролеру на основі запропонованих імітаційних моделей традиційного та автоматичного методів. Отримані значення внесено до таблиці та зроблено порівнюючу гістограму. На основі цих розрахунків зроблено висновки що запропонована система керування MicroGrid'ом має високу енергоефективність, оскільки вона використовує контролер хмарних обчислень, який виконує автоматичний розподіл електроенергії найбільш ефективним способом в залежності від поставленої задачі, а також виявлено що показники затримки передачі даних в модифікованому режимі значно менші ніж у традиційному чи автоматичному за рахунок поліпшеного контролера.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СТАРТАП – ПРОЕКТУ

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

Етапи маркетингового аналізу стартап-проекту:

4.1 Опис ідеї проекту

Опис ідеї стартап – проекту наведено в табл. 4.1 , а визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту в табл. 4.2.

Таблиця 4.1.

Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Зміст ідеї: створення системи керування роботою споживачів на основі прогнозу попиту на електроенергію.	1. Інформаційні технології	Онлайн система моніторингу
	2. Автономні об'єкти	Можливість працювати у автономному режимі
	3. Аварійний режим	Забезпечення енергоспоживанням найбільш відповідальним навантаженням
	4. Планування роботи	Можливість надання витрат на енергію за рахунок планування роботи системи

Таблиця 4.2.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко- економічн і характерист и ки ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W слабка сторон а)	N (нейтрал ь на сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурен т 1	Конкурен т 2	Конкурент 3			
1.	Система збору даних	Збір та збереження статистичних даних	Збір та збереження статистичних даних	Збір та збереження статистичних даних	Збір та збереження статистичних даних		+	
3.	Керування навантаженнями на основі прогнозу	Можливість персонально налаштувати процес керування або автоматично	Автоматичне керування	Напівавтоматичне керування	Автоматичне керування			+
3.	Система заохочень	Система заохочень використання системи	Не має	Не має	Доповнюється відповідно до налаштування користувача		+	+

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Технологічна здійсненність ідеї проекту наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3.

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Обробка та фільтрація вхідних даних	Розробка, дослідження, програмування;	Наявна	Доступна
2	Модель прогнозування	Створення правил, програмування у середовищі;	Не наявна	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: самостійна розробка на основі дослідження				

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Попередня характеристика потенційного ринку стартап проекту наведено в табл. 4.4., а характеристика потенційних клієнтів в табл. 4.5.

Таблиця 4.4.

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	100
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	700
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутність масового виробника
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	31

Таблиця 4.5.

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в точному прогнозі енергоспоживання. Планування роботи генераторів. Оптимізація енергоспоживання.	Регіони з критичними потребами резервного постачання та регіони з несприятливим кліматом віддалені регіони та острівні регіони	Робота в аварійних та безаварійних режимах. Робота в віддаленому автономному режимі.	до продукції: точність; надійність; дешевизна; якість; до компанії-постачальника: точність; брендінг та відомість; гарантійність;

Таблиця 4.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Перехват передачі інформації	Складність персоналізації інформації; Демпінг;	Зробити упор на надійність та розробити допоміжні системи захисту
2	Конкуренція		
3	Інородні втручання		

Таблиця 4.7. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Достовірність і надійність інформації	Переваги при прогнозуванні та роботі алгоритму	Зроблений упор на маркетинг та рекламу у цих напрямках для
2	Швидкодія	керування навантаженнями	рекомендування себе, як компанії, на ринку;

Таблиця 4.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції: чиста	Де краще – там і купують	Покращення сфери обслуговування
2. За рівнем конкурентної боротьби: локальна	Належить до енергетичного ринку збуту;	Розширення функціоналу та орієнтації користувачів
3. За галузевою ознакою: міжгалузева	Притаманна різним галузям застосування;	Розширення функціоналу та галузей застосування
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-рідова та товарно-видова	Належить до систем прогнозування та керування пристрою	Розширення функціоналу пристрою
5. За характером конкурентних переваг: цінова та нецінова	Чим дешевше – тим привабливіше; Чим краще – тим рентабельніше;	Покращення цінової політики та якості товару
6. За інтенсивністю: не марочна	Не жорстка конкуренція	Агресивні та не агресивні форми піару

Таблиця 4.9. SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <p>Система збору даних;</p> <p>Прогноз енергоспоживання;</p> <p>Керування споживачами;</p> <p>Передобробка даних;</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Передобробка даних;</p> <p>Не захищені дані;</p>	<p>4.4</p> <p>озр</p> <p>об</p> <p>ле</p> <p>нн</p> <p>я</p> <p>ма</p> <p>рк</p>
<p>Можливості:</p> <p>Покращення безпомилковості інформації;</p> <p>Надійність захищеності інформації при її передачі;</p>	<p>Загрози:</p> <p>Передача інформації;</p> <p>Зберігання інформації;</p> <p>Захист інформації;</p>	

етингової програми стартап-проекту

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки наведено в табл. 4.10, а визначення ключових переваг концепції потенційного товару в 4.11.

Таблиця 4.10.

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія находити нових споживачів, або забирати існуючих конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	З погляду аналізатора – ні, з погляду прогнозного керування – так	Буде шукати нових розширяючі функціонал і потенціал продукту, а також існуючі клієнти у конкурентів самовільно будуть використовувати більш кращий продукт	Ні, не буде, так як це зменшить клієнтську базу	Помірна, місцями агресивна

Таблиця 4.11.

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	«Тримати руку на пульсі»; «Бути у тренді»; Прогнозування попиту, керування навантаженнями	Економія енергоносіїв	Створення надійного бренду; Постійний розвиток та апгрейд системи та компанії у всіх напрямках; Заняття усіх можливих ніш у енергетичній галузі для створення монополії; Дотримуватися схеми ціна – якість.

В табл 4.12 можна побачити визначення меж встановлення ціни, а в 4.13
формування системи збуту.

Таблиця 4.12.

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	130-150% від ціни нашого продукту	150-170% від ціни нашого продукту	20000 - 100000 грн зі 100 проданих од.	700/1500 грн

Таблиця 4.13.

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Задоволення потреб, планування та керування роботою споживачів, отримання рекомендацій на основі прогнозу	Збут товару та задоволення запитуваних потреб клієнтів	Усі можливі канали збуту (глибока)	Власна
2		Збут та реклама товару та задоволення запитуваних потреб клієнтів	Усі можливі канали збуту (глибока)	Залучена

Висновки

Розроблено стартап-проект, який показав можливість ринкової комерціалізації запропонованого рішення. Зростання попиту на мережі MicroGrid спричиняє зростання попиту на супутні товари та послуги, в тому числі на системи управління MicroGrid.

Динаміка ринку доволі сприятлива до розроблюваного проекту.

Подальша імплементація проекту є доцільною та рентабельною.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Проведений аналіз та порівняння основних можливостей MicroGrid під керуванням Інтернетом речей на основі існуючих аналогів та стартапів. Виявлено основні переваги та недоліки існуючих прототипів, визначено необхідність розробки методу модифікацій системи управління MicroGrid за допомогою Інтернету речей.
2. Модифіковано систему управління MicroGrid за допомогою Інтернету речей. Визначено критерії, за якими реалізовано аналітичні ідеї реалізації мережі. Аналізовано запропонований метод модифікацій системи. Визначено правила взаємодії елементів системи.
3. Створено імітаційну модель системи управління MicroGrid в середовищі Cisco Packet Tracer. В результаті аналізу затримок в мережі та заощаджень енергії можна зробити висновок, що запропонований «модифікований» режим є більш завадостійким і енергетично заощадженим.
4. Розроблено стартап-проект. Згідно проведеного аналізу розроблюваний проект має можливість ринкової комерціалізації. Зростання попиту на аналогічні системи додає масовості придбання подібних контролерів, але створює жорсткі конкурентні умови виходу на ринок, де динаміка ринку доволі сприятлива до розроблюваного проекту.
5. Апробацію роботи проведено на «Перспективи телекомунікацій ПТ-2019». Робота виконується в рамках д/б НДР № №2218п "Гетерогенна мережа збору, передачі та обробки інформації для системи розподіленої генерації MicroGrid".

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Г.К. Сінгх, «Генерування сонячної енергії за допомогою фотоелектричної технології огляду», Енергія, част. 53, стр. 1-13, 2013. (дата звернення: 10.11.2018). URL: <http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid---budushhee-elektrosetej.-kejsyi,-perspektivyi,-vozmozhnosti>
2. Семюел Ерінгард «Інтернет речей. Майбутнє вже тут». Видавництво: Альпіна Паблішер, 15 с., 2016. (дата звернення: 10.12.2018).
3. Гловер, Дж.Ди., М.С. Сарма, Т. Овербай, «Аналіз і проектування систем електропостачання»: Китайський журнал про техніку. (дата звернення: 28.12.2018).
4. Європейська технологічна платформа SmartGrids. Бачення та стратегія для європейських мереж майбутнього. - Люксембург: Управління офіційних публікацій Європейських Співтовариств, 2006, 40 с. (дата звернення: 05.01.2019).
5. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Еребєшков А.Ю., Самсонов М.Ю. «Інтернет речей» під ред. А.В. Рослякова. Самара: ПЕУТІ, ТОВ «Видавництво «Ас Еард», 2014. 340 с. URL: https://www.cisco.com/c/ru_ua/about/press/2013/09032013c.html (дата звернення: 10.01.2019).
6. Денисюк, С.П. Аналіз взаємного впливу елементів систем з нелінійними струмами і напругами / С.П. Денисюк. Ресурсоенергозбереження в ринкових відносинах. – 1997. – С. 12. URL: <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/16810/1/792.pdf> (дата звернення: 27.01.2019).
7. Основні положення концепції інтелектуальної енергосистеми з активно-адаптивною мережею. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microgrid> (дата звернення: 12.02.2019).
8. Стаття журналіста Говарда Болдуїна (Howard Baldwin), Smart Microgrids – "розумні" енергетичні мікромережі. URL:

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/2_2018/60.pdf

(дата

звернення: 26.02.2019).

9. Петергеря Ю.С., Жуйков В.Я. Принципи побудови інтелектуальних систем керування перетворювачів у локальних об'єктах // 36. праць науково-технічної конференції «Екотехнології і ресурсозбереження. Енергоефективність та охорона навколишнього середовища». К., 2001. URL:

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/2_2018/60.pdf

(дата

звернення: 09.04.2019).

10. Еепко І.А., Олійник В.Ф., Чайка Ю.Д., Бондаренко А.В. Сучасні бездротові мережі: стан і перспективи розвитку Київ: ЕКМО, 2009., 672 с

11. Жуйков В.Я, Терещенко Т.О., Ямненко Ю.С., Мороз А.В. Регульовані фільтри джерел живлення для захисту інформації в мікроконтролерах. Видавництво «Кафедра». Київ-2011. С. 43. URL: <https://medium.com/internet-of-energy/87224da0b72b> (дата звернення: 02.05.2019).

12. Вдосконалення процедур верифікації та достовірності вимірювальної інформації в АСКОЕ. Бедерак Я.С., Непишний Я.В., Родін Ю.А. Електропанорама. № 1-2, 2014. Г.К. Сінгх, «Генерування сонячної енергії за допомогою фотоелектричної технології огляду», Енергія, част. 53, стр. 1-13, 2013.(дата звернення: 10.11.2018). URL:

<http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid---budushhee-elektrosetej.-kejsyi,-perspektivyi,-vozmozhnosti> (дата звернення: 10.11.2018).

13. Автоматизована система обліку електричної енергії – необхідна передумова реформування енергоринку. Урядовий портал. www.kmu.gov.ua

14. Интеллектуальные счетчики, интеллектуальная сеть, экологичный город (обзорный доклад), Ариф А. Кураиши, Д.Зигерт. www.johnsoncontrols.com. Г.К. Сінгх, «Генерування сонячної енергії за допомогою фотоелектричної технології огляду», Енергія, част. 53, стр. 1-13, 2013. (дата звернення: 10.11.2018). URL:

<http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid---budushhee-elektrosetej.-kejsyi,-perspektivyi,-vozmozhnosti> (дата звернення: 28.12.2018).

15. Берганза, І. і Санчез-Форні, М.А. (2016) Телекомунікаційні мережі для розумної сітки, Артеч Дім, Норвуд, МА. URL: https://www.cisco.com/c/ru_ua/about/press/2013/09032013c.html (дата звернення: 05.01.2019).

16. Знання Навер, 'Microgrid', Економічний словник Ханкянг, <http://dic.hankyung.com>. (дата звернення: 10.01.2019).

17. ITU-T, “Overview of the Internet of Things”, ITU-T Y.2060

18. Асоціація технологій телекомунікацій, «Home Energy» , «Система менеджменту », Словник ІТ-термінів, <http://www.tta.or.kr> (дата звернення: 27.01.2019).

19. Кучук Г.А. Оцінка втрат у системах з обмеженим очікуванням Системиобробки інформації. URL: http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/2_2018/60.pdf (дата звернення: 27.01.2019).

20. Гуерро, Дж.М.; Чардонкар, М .; Лі, Т .; Ло, Р.С., 'Розширений контроль Архітектура для інтелектуальних мікромереж - частина І: децентралізоване і ієрархічне управління, 'Промислова електроніка, IEEE Транзакції. URL:<http://www.mobilecomm.ru/iot-platforma-dlya-ekonomii-energii> (дата звернення: 27.01.2019).

21. Wei Feng ; Kai Sun ; Yajuan Guan ; Josep Guerrero ; Xi Xiao, “Active Power Quality Improvement Strategy for Grid-connected Microgrid, Based on Hierarchical Control,” Smart Grid. (дата звернення: 12.02.2019).

22. Джоо, Д.Юі Кім, Дж.К .: Творча та активна конвергенція модель ІоТ, Корейський інститут економіки промисловості, Корея (2014).

23. Визначення датчиків. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/typesofsensors> (дата звернення: 10.11.2018).

24. Свасіка, і S. Немамаліні. 'Адаптивний та інтелектуальний контролер для захисту в радіальній системі розподілу. Комп'ютерні та комунікаційні технології. Спрінгер, Міжнародне видання, с.195-209, 2016. URL: https://www.cisco.com/c/ru_ua/about/press/2013/09032013c.html

25. А.Н.А. Бакар, Бан Хуан Оой, П. Говіндасамі, Чіа Кванг Тан, Г.А. Ілліас Х. Мохліс. Орієнтовані на максимальну струм і захист від несправностей заземлення система мікрожел в біомасі в Малайзії. Електроенергія та електроенергія, Системи, (55) с. 581-591, 2015. URL:<http://www.mobilecomm.ru/iot-platforma-dlya-ekonomii-energii> (дата звернення: 02.05.2019).
26. Вень Лу, Яндун Чжао, Вейсін Лі, Хунвей Ду Застосування системи керування роботою мікросередовищ. Шпрингер: журнал 'Мода. Силова енергія', 'Чиста енергія', 2 (3), с. 2014. URL: <https://medium.com/internet-of-energy/87224da0b72b> (дата звернення: 19.05.2019).
27. А. Маджії, 'Автоматизація системи безпеки та моніторингу на основі IoT', Операції шахт ', SSRG Інтернаціональний журнал електроніки (SSRG - IJEEE), V3 (9), с. 17-21 вересня 2016. . (дата звернення: 21.05.2019).
28. Barsali S. Control techniques of Dispersed Generators to improve the continuity of electricity supply// S. Barsali, M. Ceraolo, P. Pelacchi/ IEEE, 2002, vol.2, P. 789 – 794. URL: <https://medium.com/internet-of-energy/87224da0b72b> (дата звернення: 21.05.2019).
29. Delfino B. Load-Frequency Control: new perspectives in the open access environment//B. Delfino, F. Fornari, S. Massuco/ IEEE, 2000, vol. 3, P. 1866 – 1871
30. Baumgartner B., Riesch C., Rudigier M., “IEEE 1588/PTP: The Future of Time Synchronization in the Electric Power Industry”, PAC World Conference 2012, Budapest, Hungary, 2012. URL: <https://medium.com/internet-of-energy/87224da0b72b> (дата звернення: 02.06.2019).
31. Martinez E.V., et al. «Smart Grids. Part 1: Instrumentation Challenges», IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, February, 2015.
32. Про маркетинг енергетичного Інтернету речей: веб-сайт. URL: www.pwc.ru/IoT. (дата звернення: 02.06.2019).